فسيولوجيا ومورفولوجيا الرياضى

وطرق القياس للتقويم

تأليف

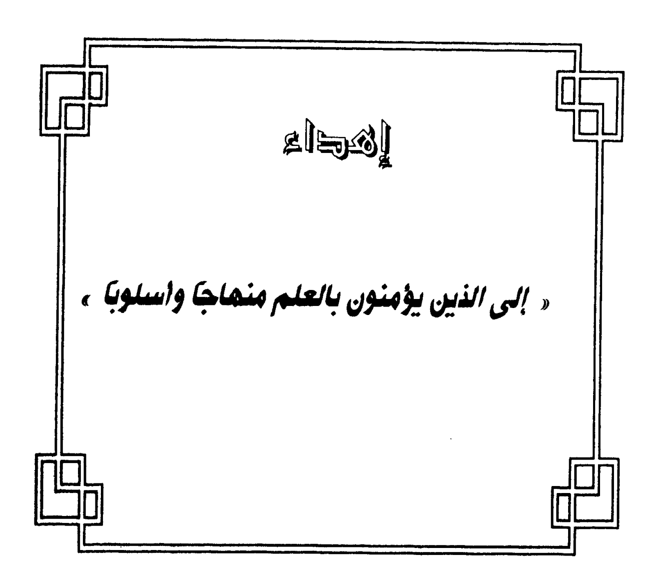
الدكتور
أبو العلا عبد الفتاح
أستاذ فسيولوجيا الرياضة
ورئيس قسم المواد الصحية
كلية التربية الرياضية للبنين بالقاهرة
جامعة حلوان

الدكتور
محمد صبحى حسانين
أستاذ القياس والتقويم
وكيل كلية التربية الرياضية للبنين بالقاهرة
للدراسات العليا والبحوث - جامعة حلوان

الطبعة الأولى
١٤١٧ هـ / ١٩٩٧ م

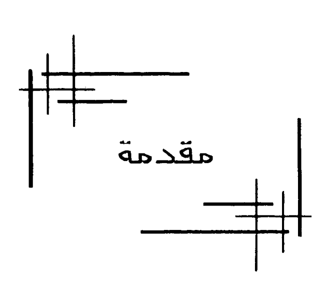
ملتزم الطبع والنشر
دار الفكر العربى
الإدارة : ٩٤ شارع عباس العقاد - مدينة نصر
ت : ٢٧٥٢٩٨٤ - ٢٧٥٢٧٩٤

٦١٧,١٠٢٧ أبو العلا أحمد عبد الفتاح.
ع ل ف س
فسيولوجيا ومورفولوجيا الرياضى وطرق القياس للتقويم / تأليف أبو العلا أحمد عبد الفتاح، محمد صبحى حسانين.ـ القاهرة : دار الفكر العربى، ١٩٩٧.
٤٥٣ ص: إيض؛ ٢٤ سم.
ببليوجرافية: ص ٤٣٧ ـ ٤٤٥.
تدمك: ٩ ـ ٠٨٨٨ ـ ١٠ ـ ٩٧٧.
١ ـ الفسيولوجيا. ٢ ـ المورفولوجيا.
٣ ـ الطب الرياضى. ٤ ـ إختبارات اللياقة البدنية.
أـ محمد صبحى حسانين، مؤلف مشارك.
ب ـ العنوان.



إهداء

« إلى الذين يؤمنون بالعلم منهاجا واسلوبا »



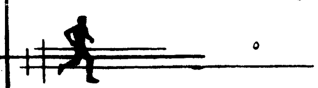
يدور موضـوع هذا الكتاب تبعًـا لنص عنوانه حول شـرح وتفسيـر الجوانب الفسيـولوجية والمورفولوجية للرياضـى فى ضوء عمليات القياس بهـدف التقويم، ويعنى هذا بمعنى أكثـر شمولا مناقشـة تأثير عمليات التكيف الناتجـة عن التدريب الريـاضى على أجـهـزة جسـم الـريـاضـى المختـلفـة سواء من الناحية الفسيولوجية أو الوظيفية، أو من الناحية المورفولوجية أو التغيرات البنائية لأعضاء وأجهزة الجسم المختلفة.

ولا يقتصر موضوع الكتاب على ذلك فقط. .، بل يمتد ليشمل كيفية إجراء القياسات، وإصدار القرارات المناسبة الناتجة عن عملية تقويم نتائج هذه القياسات.

وبـذلك لـم يـقتصر الكتـاب فـقـط على تـقـديـم المعلومـة الفسيـولـوجـيـة أو المورفولوجية البحتة ـ كما سبق لذلك الكثير من المراجع العلمية ـ أو مجرد سرد للاختبـارات والقياسات المخـتلفة، وإنما قدم الكتاب تفـسيرا متكاملا للـمعلومات الفسيولوجية والمورفـولوجية تحت تأثير الأحمال التدريبية وأساليـب قياسها وتقويم نتائج هذه القياسات.

ويستمد هذا الكتـاب أهميته فى كون لحظة ميلاده جـاءت فى أكثر الأوقات مناسبة، فنحن الآن فى أصـعب المواقف حاجة إلى عمليات التقـويم الفسيولوجى والمورفولوجى فى ظل كثير من الموجـات الشديدة الطارئة فى المجال الرياضى سواء على المستوى المحلى أو المستوى الدولى.

فعلى المستوى المحلى مـازلنا نحتاج إلى وقفة لنتعـرف على إمكاناتنا البدنية من الناحية الفسيولوجـية والمورفولوجية، وهل يمكن بهذه الإمكانات سواء الموروثة



أو المكتسبة أن نحقق المستويات العالمية؟ وهل هناك تخصصات رياضية معينة تتناسب مع إمكاناتنا البدنية ويمكننا أن نحقق فيها مستويات عالمية فى الوقت الذى لا تساعدنا تلك الإمكانات البدنية لتحقيق نفس هذه المستويات فى أنشطة رياضية أخرى؟

وعلى المستوى الدولى الذى أصبح تضخم حمل التدريب الرياضى وزيادة شدته من أهم مميزات برامج التدريب الحديثة، مما يدعو إلى كثير من التساؤلات عن ما هى الحدود الفسيولوجية والمورفولوجية التى يمكن أن يتوقف عندها تطور زيادة حجم وشدة الأحمال التدريبية التى أصبحت تشكل خطرًا يهدد صحة الرياضى؟ وكيف نحافظ على وصول الرياضى إلى قمة الفورمة الرياضية من خلال عبوره فوق حاجز الخطر؟

لا شك أن فهم وتفسير نتائج القياسات المورفولوجية وتقويمها هو عامل الأمان الوحيد لذلك.

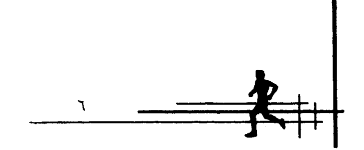
وبناء على ما سبق فقد حاول الكتاب مناقشة موضوعات الساعة الملحة كمشكلة القلب الرياضى والإيقاع الحيوى وقياسات الطاقة الحيوية وأنماط وتركيب وتكوين الجسم.

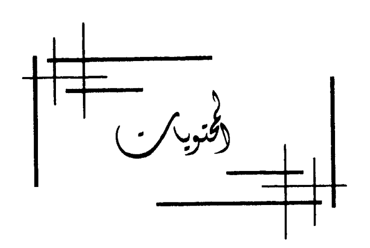
والكتاب جاء مناسبًا لكل العاملين فى المجال الرياضى ابتداء من طلاب وطالبات كليات التربية الرياضية على كافة المستويات وحتى الدراسات العليا، كما يفيد الكتاب الباحث الرياضى ويساعده فى تقديم التفسيرات المختلفة لنتائج القياس والتقويم؛ وكذلك المدرب الميدانى فى تقنين الأحمال التدريبية ودراسة تأثيراتها المختلفة.

ونرجو أن نكون بهذا الجهد المتواضع قد ساهمنا فى تقديم ما يفيد المكتبة العربية.

والله ولى التوفيق

المؤلفان





الفصل الأول

الجهاز الدورى

(١) مدخل ٢٣
(٢) الخصائص المورفولوچية للقلب الرياضى ٢٣
أ ـ ظاهرة التمدد أو الاتساع ٢٣
ب ـ حجم القلب الرياضى ٢٤
جـ ـ مورفولوچية القلب بين الصحة والمرض ٢٧
د ـ علاقة حجم القلب بالكفاءة البدنية ٣١
(٣) الخصائص الوظيفية للقلب الرياضى ٣٢
أ ـ مدخل ٣٢
ب ـ رسم القلب الكهربائى ٣٣
١ ـ ماهية رسم القلب الكهربائى ٣٣
٢ ـ أسس فكرة رسم القلب الكهربائى ٣٤
٣ ـ تسجيل رسم القلب الكهربائى ٣٦
جـ ـ مؤشرات رسم القلب لدى الرياضيين ٤٢
١ ـ معدل القلب ٤٢
٢ ـ الانقباض الزائد للقلب ٤٢
٣ ـ توصيل الاستثارة ٤٤
٤ ـ التوصيل الأذينى البطينى ٤٤

٥ ـ التوصيل داخل البطينين ٤٥
٦ ـ تغيرات الموجة T لدى الرياضيين ٤٦
د ـ الخلاصة ٤٧
(٤) دراسة دينامية الدم ٤٧
أ ـ مدخل ٤٧
ب ـ الدفع القلبى ٤٨
جـ ـ تقدير حجم الدفع القلبى ٥٢
د ـ معدل القلب لدى الرياضيين ٥٦
هـ ـ قياس معدل القلب ٥٨
١ ـ التوقيتات والأهمية ٥٨
٢ ـ الفرق بين معدل القلب ومعدل النبض ٥٩
٣ ـ طرق قياس معدل القلب ٦٠
(أ) قياس معدل القلب بطريقة السمع ٦٠
(ب) قياس معدل القلب بطريقة الجس ٦١
(جـ) قياس معدل القلب بطريقة العد ٦٢
(د) قياس معدل القلب باستخدام رسم القلب الكهربائى ECG ٦٣
٤ ـ مستويات معدل القلب ٦٣
و ـ قياس ضغط الدم ٦٤
(٥) قياس وتقويم كفاءة الجهاز الدورى ٧٠
أولا : الاختبارات الوظيفية للجهاز الدورى ٧٠
١ ـ مدخل : ٧٠
٢ ـ ماهية الاختبارات الوظيفية للجهاز الدورى وأنواعها ٧٣
٣ ـ قياس النبض والضغط فى الراحة وبعد الحمل البدنى ٧٤
(أ) قياس معدل النبض وضغط الدم أثناء الراحة ٧٥

(ب) أداء الحـمل البدنى وقـياس مـعدل النبض والضـغط
خلال فترة الاستشفاء ٧٥
٤ ـ تقويم نتائج القياس ٧٦
أ ـ تقويم تغيرات معدل النبض وضغط الدم فى الراحة ٧٨
ب ـ تقويم تغيرات معدل النبض والضغط بعد الأداء مباشرة ٧٩
١ ـ تقويم معدل النبض ٨٠
٢ ـ تقويم تغيرات ضغط الدم ٨٣
جـ ـ المقارنة بين تغيرات معدل النبض وضغط الدم ٨٣
د ـ تقويـم تغيرات الـضغط ومعـدل النبض بعـد أداء الحمل
البدنى ٨٩
ثانيًا ـ الاختبارات الميدانية للجهاز الدورى ٩١
١ ـ اختبار فوستر ٩١
٢ ـ اختبار الخطو لجامعة هارفرد (للبنين) ٩٤
٣ ـ اختبار التعب لكارلسون ٩٦
٤ ـ اختبار شنيدر ٩٩
٥ ـ اختبار بالك ١٠٦
٦ ـ مؤشر الطاقة لباراخ ١٠٦
٧ ـ اختبار كرمبتون ١٠٧
٨ ـ اختبار مك كاردى ١٠٨

الفصل الثانى

الجهاز التنفسى

ـ فسيولوجيا الجهاز التنفسى ١١١
ـ عوامل مهمة لدراسة الجهاز التنفسى ١١٣
١ ـ العمر والجنس ١١٣
٢ ـ التخصص والمستوى الرياضى ١١٣

٣ ـ فترة الراحة بعد التدريب ١١٣
٤ ـ الإحساس الشخصى ١١٤
٥ ـ حالة التنفس من خلال الأنف ١١٤
٦ ـ الخلو من أمراض الجهاز التنفسى ١١٤
٧ ـ قوانين الغازات ١١٤
ـ محددات دراسة الجهاز التنفسى ١١٥
أولا ـ الأحجام الرئوية: ١١٦
١ ـ حجم هواء التنفس العادى (TV) ١١٦
٢ ـ احتياطى هواء الزفير (ERV) ١١٧
٣ ـ احتياطى هواء الشهيق (IRV) ١١٧
٤ ـ حجم الهواء المتبقى (RV) ١١٧
ثانيًا ـ السعات الرئوية: ١١٨
١ ـ سعة الشهيق ١١٨
٢ ـ السعة الوظيفية المتبقية ١١٨
٣ ـ السعة الحيوية ١١٨
٤ ـ السعة الرئوية الكلية ١١٨
ـ طرق قياس وتقويم الجهاز التنفسى ١١٩
١ ـ قياس السعة الحيوية ١١٩
٢ ـ قياس السعة الحيوية السريعة ١٢٤
٣ ـ قياس السعة التنفسية القصوى ١٢٦
٤ ـ قياس السعة الحيوية الديناميكية ١٢٩
٥ ـ قياس قوة عضلات التنفس ومعدل سرعة سريان الدم ١٣٠
٦ ـ قياس الحجم الأقصى لسرعة سريان هواء التنفس ١٣٠
(أ) قياس الحجم الأقصى لسرعة سريان هواء الزفير ١٣١
(ب) قياس الحجم الأقصى لسرعة سريان هواء الشهيق ١٣١

(جـ) حساب الحجم الأقصى لسرعة سريان هواء الزفير والشهيق ١٣٢
٧ ـ قياس قوة عضلات الزفير ١٣٢
٨ ـ قياس أكسچين الدم ١٣٣
٩ ـ قياس حالة الجهاز التنفسى باستخدام الأسبيروجراف ١٣٣
١٠ ـ قياس حالة الجهاز التنفسى باستخدام البونى سبيروميتر ١٣٤
ـ قوانين الغازات: ١٣٩
ـ حالة ATPS ١٣٩
ـ حالة STPD ١٤٠
ـ حالة BTPS ١٤٠
ـ أساليب تصحيح أحجام الغازات ١٤١
١ ـ التحويل من ATPS إلى BTPS ١٤١
٢ ـ التحويل من BTPS إلى STPD ١٤٢
ـ تحديد التمثيل الغذائى القاعدى الفرضى ١٤٥
ـ الرموز العلمية لوظائف الجهاز التنفسى ١٥٣

الفصل الثالث

الجهاز العصبى

ـ فسيولوچيا الجهاز العصبى : ١٥٩
ـ الخلية العصبية ١٥٩
ـ المراكز العصبية ١٥٩
ـ تكوين الجهاز العصبى ١٥٩
١ ـ الجهاز العصبى المركزى ١٥٩
٢ ـ الجهاز العصبى الطرفى ١٥٩
٣ ـ الجهاز العصبى الذاتى (اللاإرادى) ١٦٠

- دور الجهاز العصبى فى النشاط الرياضى ١٦٠
- الجهاز العصبى العضلى ١٦١
- تقويم الجهاز العصبى : ١٦٢
- مقدمة ١٦٢
- الجهاز العصبى المركزى ١٦٣
- طرق تقويم الجهاز العصبى ١٦٣
أولا - الطرق الاعتبارية لتقويم الجهاز العصبى: ١٦٣
١ - التاريخ المرضى ١٦٣
٢ - خصائص العمليات العصبية العليا ١٦٥
(أ) قوة العمليات العصبية ١٦٥
(ب) توازن العمليات العصبية ١٦٥
(جـ) مرونة العمليات العصبية ١٦٦
ثانيًا - الطرق الموضوعية لتقويم الجهاز العصبى : ١٦٦
١ - دراسة توافق وظائف الجهاز العصبى ١٦٦
(أ) اختبار رومبيرج ١٦٧
(ب) اختبار الأنف والأصبع ١٦٧
(جـ) دراسة النشاط الكهربائى لقشرة المخ ١٦٧
٢ - دراسة المستقبلات الحسية ١٦٨
٣ - دراسة الجهاز الدهليزى ١٦٩
(أ) اختبار فوياتشك ١٧٠
(ب) اختبار ياروتسك ١٧١
(جـ) اختبار الاتزان الحرارى ١٧١
٤ - دراسة إحساس الجلد ١٧٤
٥ - دراسة أعضاء الإحساس الحركى ١٧٥
(أ) اختبارات الإحساس بالقوة العضلية ١٧٥

(ب) اختبارات الإحساس بمسافة الوثب ١٧٧
(جـ) اختبارات الإدراك الحس - حركى للقدم بالفراغ الرأسى ١٧٨
(د) اختبارات الإحساس بالقدم ١٧٩
(هـ) اختبارات الإحساس بالفراغ الخطى الأفقى ١٧٩
(و) اختبارات الإحساس بالفراغ الخطى الرأسى ١٨١
(ز) اختبار الإحساس برمى الكرة ١٨٢
- الجهاز العصبى اللاإرادى : ١٨٣
أولا - ماهية الجهاز العصبى اللاإرادى ووظائفه ١٨٣
ثانيًا - اختبارات الجهاز العصبى اللاإرادى ١٨٣
١ - اختبار أشنير ١٨٣
٢ - اختبار الارتسام الجلدى ١٨٤
٣ - اختبار معدل النبض ١٨٥
(أ) اختبار انتصاب القامة ١٨٥
(ب) اختبار الوضع الأفقى ١٨٦
- الجهاز العصبى العضلى : ١٨٧
أولا - اختبارات الانقباض العضلى ١٨٧
١ - اختبار قوة القبضة بالديناموميتر ١٨٧
٢ - اختبار قوة عضلات الظهر بالديناموميتر ١٨٨
٣ - اختبار الجلد العضلى الثابت للقبضة بالمانوميتر المائى ١٨٩
٤ - اختبار الجلد العضلى الثابت لعضلات البطن ١٨٩
ثانيًا - اختبار معدل التردد الحركى ١٩٠
ثالثًا - دراسة الجهاز العصبى العضلى باستخدام الأجهزة ١٩٢
١ - الطريقة البولى ديناموميترية ١٩٢
٢ - الطريقة المايوتونوميترية ١٩٥
٣ - الطريقة التندومترية ١٩٦
٤ - طريقة رسم العضلات الكهربائى ١٩٨

الفصل الرابع

الطاقة اللاهوائية

- الطاقة اللاهوائية ٢١٥
١ - القدرة اللاهوائية ٢١٧
٢ - التحمل اللاهوائى ٢١٧
- السعة اللاهوائية ٢١٧
١ - السعة اللاهوائية القصيرة ٢١٧
٢ - السعة اللاهوائية المتوسطة ٢١٧
٣ - السعة اللاهوائية الطويلة ٢١٨
- اختبارات السعة اللاهوائية ٢١٨
أولا - الاختبارات اللاهوائية القصيرة : ٢١٨
١ - اختبار الدرج لمارجاريا ٢١٨
٢ - اختبار القدرة لمارجاريا - كالامن ٢١٨
٣ - اختبار الوثب لسارجنت ٢٢٠
٤ - اختبار الوثب المعدل لسارجنت ٢٢١
٥ - اختبار نوموجرام لويس ٢٢١
٦ - اختبار العدو ٥٠ ياردة ٢٢٣
٧ - اختبار السير المتحرك ٢٢٤
٨ - اختبار الثوانى العشر لكيوبيك ٢٢٤
ثانيًا - الاختبارات اللاهوائية المتوسطة : ٢٢٦
١ - اختبار الثلاثين ثانية لوينجات ٢٢٦
٢ - اختبار دى برون - برفوست للحمل الثابت ٢٢٧
ثالثًا - الاختبارات اللاهوائية الطويلة : ٢٢٨
١ - اختبار الوثب العمودى لمدة ٦٠ ثانية ٢٢٨
٢ - اختبار التسعين ثانية لكيوبيك ٢٢٨

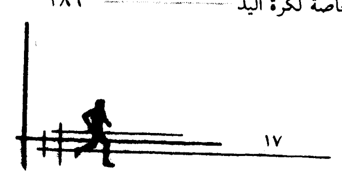
٣ ـ اختبار السير المتحرك لكوننجهام وفولكنز ٢٢٩
٤ ـ اختبار أقصى ١٢٠ ثانية ٢٣٠

الفصل الخامس

الطاقة الهوائية ٢٣١
ـ التمثيل الغذائى لإنتاج الطاقة : ٢٣٣
ـ ماهية الطاقة الحيوية ٢٣٣
ـ طرق قياس استهلاك الطاقة ٢٣٤
ـ التعادل الكالورى للأكسجين ٢٣٥
ـ المعامل التنفسى الكالورى ٢٣٦
ـ العوامل المؤثرة على معامل التنفس: ٢٣٧
١ ـ زيادة التهوية الرئوية ٢٣٧
٢ ـ فترة التهوية ٢٣٧
٣ ـ تأثير عمل المنظمات الحيوية ٢٣٨
٤ ـ فترة استعادة الشفاء ٢٣٨
ـ وحدات قياس الطاقة الحيوية: ٢٣٨
١ ـ السعر الحرارى ٢٣٨
٢ ـ الكيلو جول ٢٣٩
٣ ـ لتر الأكسجين ٢٣٩
٤ ـ تكافؤ التمثيل الغذائى MET ٢٤٠
٥ ـ الشغل ٢٤٠
٦ ـ القدرة ٢٤١
ـ قياس القدرة الهوائية : ٢٤٣
ـ معدل إنتاج الطاقة ومستويات القياس ٢٤٣
ـ فسيولوجية الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين ٢٤٤

- اختيار الاختبار المناسب وشروط التطبيق ٢٤٦
- الطرق المباشرة وغير المباشرة لقياس الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين ٢٤٧
١ - طريقة القياس المباشر للسعرات الحرارية ٢٤٧
٢ - طريقة القياس غير المباشر للسعرات الحرارية ٢٤٧
أ - طريقة الدائرة المغلقة لتحليل الغاز ٢٤٧
ب - طريقة الدائرة المفتوحة لتحليل الغاز ٢٤٨
- أجهزة أداء الأحمال البدنية المقننة: ٢٥١
(١) الدراجة الأرجومترية ٢٥١
- أنواع المقاومات فى الدراجة الأرجومترية ٢٥١
(أ) أجهزة الاحتكاك الميكانيكى ٢٥٢
(ب) أجهزة المقاومة الكهربائية ٢٥٢
(جـ) أجهزة مقاومة الهواء ٢٥٤
(د) أجهزة مقاومة السائل المتحرك ٢٥٤
- مميزات وسلبيات استخدام الدراجة الأرجومترية: ٢٥٤
(أ) المميزات ٢٥٤
(ب) السلبيات ٢٥٤
- أنواع خاصة من الأرجوميتر ٢٥٤
١ - أرجوميتر الذراع ٢٥٥
٢ - أرجوميتر التجديف ٢٥٥
٣ - السباحة المقيدة ٢٥٥
٤ - السباحة فى القناة الصناعية ٢٥٥
(٢) السير المتحرك (التردميل) ٢٥٨
(٣) الأجهزة المدعومة بالكمبيوتر ٢٥٩

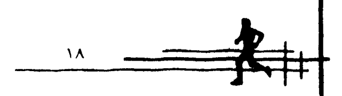
- الطرق المباشرة لقياس القدرة الهوائية ٢٦٠
(أولاً) اختبار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين باستخدام السير المتحرك ٢٦٢
١ - اختبار ميتشل وسبرول وشابمان ٢٦٢
٢ - اختبار سالتين - استراند ٢٦٢
٣ - اختبار ولاية أوهايو ٢٦٤
(ثانياً) اختبارات الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين باستخدام الدراجة ٢٦٥
أ - طريقة الزيادة غير المستمرة لحمل الشغل ٢٦٥
ب - طريقة الزيادة المستمرة لحمل الشغل ٢٦٦
- الطرق غير المباشرة لاختبار القدرة الهوائية : ٢٦٧
١ - اختبار استراند - رهيمنج ٢٦٧
٢ - معادلة فوكس ٢٧١
٣ - اختبار الخطو لكلية كوينز ٢٧٥
- اختبارات الكفاءة البدنية : ٢٧٧
- ماهية اختبارات الكفاءة البدنية وأهميتها ٢٧٧
- استخدام الحمل البدنى لأداء اختبارات الكفاءة البدنية ٢٧٨
- شروط أداء الاختبار وتحديد شدة الحمل ٢٧٩
- اختبار الكفاءة البدنية ١٧٠ .... ٢٨٠
- اختبارات الكفاءة البدنية الخاصة ٢٨٣
١ - اختبار الكفاءة البدنية الخاصة للجرى ٢٨٤
٢ - اختبار الكفاءة البدنية الخاصة للسباحة ٢٨٥
٣ - اختبار الكفاءة البدنية الخاصة لكرة اليد ٢٨٦



الفصل السادس

بناء الجسم وتكوينه

- ماهية بناء الجسم وتكوينه: ٢٩٣
أولا - بناء الجسم: ٢٩٥
١ - ماهية بناء الجسم ٢٩٥
٢ - التقدير الكمى لنمط الجسم ٢٩٦
٣ - بطاقة النمط الجسمى ٢٩٨
٤ - تغيرات أنماط أجسام الرياضيين عبر السنين ٢٩٩
٥ - طرق قياس وتقويم نمط الجسم ٣٠٣
أولا: طريقة نمط الجسم الفوتوجرافى لشيلدون ٣٠٣
ثانيا: طريقة نمط الجسم الأنثروبومترى لهيث - كارتر ٣٠٦
ثالثا: طريقة نمط الجسم الأنثروبومترى باستخدام المعادلات الرياضية (هيث - كارتر) ٣١٧
ثانيًا - حجم الجسم: ٣٢١
١ - ماهية حجم الجسم ٣٢١
٢ - الوزن ٣٢١
٣ - الطول ٣٢٣
ثالثًا - تكوين الجسم: ٣٢٤
١ - ماهية تكوين الجسم ٣٢٤
٢ - نماذج تكوين الجسم ٣٢٥
٣ - الدهون الأساسية والدهون المخزونة ٣٢٩
٤ - أماكن قياس الدهون فى الجسم ومعدلاتها لدى الرياضيين ٣٢٩
٥ - جهاز قياس سمك ثنايا الجلد وأسلوب القياس وشروطه ٣٣٣
٦ - أساليب قياس تكوين الجسم ٣٣٧
(أ) القياس المعملى ٣٣٩
(١) طريقة تحديد كثافة الجسم ٣٣٩
(٢) طريقة الأشعة ٣٤٤



(٣) طريقة عداد الجسم الكلى ٣٤٥
(٤) طريقة الموجات الصوتية ٣٤٥
(٥) طريقة المقاومة الكهربائية الحيوية ٣٤٥
(ب) القياس الميدانى ٣٤٦
ـ تأثير التدريب الرياضى على بناء وتكوين الجسم ٣٦١
ـ ميكانيزم التغيير ٣٧١
ـ العلاقة بين بناء الجسم وتكوينه والأداء الرياضى ٣٧٤
ـ الخلاصة ٣٨٤

الفصل السابع

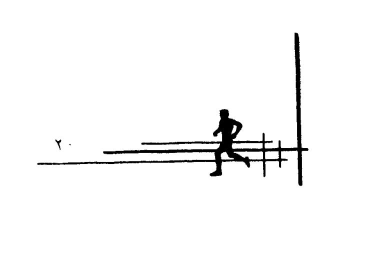
الإيقاع الحيوى

ـ ماهية الإيقاع الحيوى وتطور مفهومه ٣٨٩
ـ المبادئ الأساسية لتنظيم الإيقاع الحيوى للرياضى ٣٩٧
ـ متجهات عامة فى الإيقاع الحيوى: ٣٩٨
ـ خصائص الإيقاع الحيوى ٣٩٨
ـ عوامل تشكيل الإيقاع الحيوى ٣٩٨
ـ الإيقاع الحيوى والفروق الفردية ٣٩٩
ـ الإيقاع الحيوى ومتوسط العمر ٣٩٩
ـ بدء الإيقاع الحيوى ٤٠١
ـ إيقاع القياس الحيوى ٤٠١
ـ إيقاع النوم ٤٠١
ـ تصنيف الإيقاع الحيوى وفقًا للزمن: ٤٠٣
١ ـ الإيقاع الحيوى اليومى: ٤٠٣
أ ـ النمط الليلى ٤٠٣
ب ـ النمط النهارى ٤٠٤
جـ ـ النمط المتباين ٤٠٤

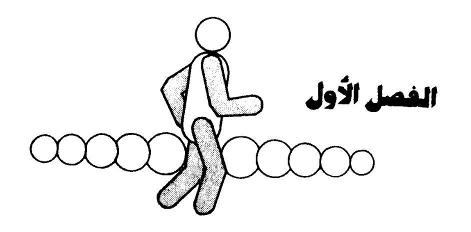
٢ ـ الإيقاع الحيوى الأسبوعى ٤٠٤
٣ ـ الإيقاع الحيوى الشهرى ٤٠٩
٤ ـ الإيقاع الحيوى السنوى ٤١٠
٥ ـ الإيقاع الحيوى لعدة سنوات ٤١٣
ـ نظريات الإيقاع الحيوى ٤١٤
أولاً: النظرية السائدة ٤١٤
ثانيا: النظرية العلمية ٤١٧
ـ إيقاع الأرقام القياسية فى الرياضة ٤١٩
ـ استخدام الكمبيوتر فى تحديد الإيقاع الحيوى ٤٢٣
ـ قياس الإيقاع الحيوى ٤٢٨

مراجع الكتاب

أولا ـ المراجع العربية ٤٣٧
ثانيًا ـ المراجع الأجنبية ٤٤١
* قائمة جداول الكتاب ٤٤٦
* قائمة أشكال الكتاب ٤٤٩



الفصل الأول



الجهاز الدورى



(١) مدخل :

يتكون الجهاز الدورى من القلب والأوعية الدموية، ويعتبر من أهم الأجهزة المسئولة عن نقل الأكسجين إلى جميع أنسجة الجسم وخاصة العضلات العاملة. فى إطار هذا المضمون يتضح مدى الحاجة إلى فهم وظائف هذا الجهاز للرياضيين.

ويعتبر القلب العضو الرئيس لهذا الجهاز، حيث يقوم بدور المضخة التى تدفع الدم إلى جميع أجزاء الجسم من خلال الأوعية الدموية. والقلب من أعضاء الجسم التى ترتبط ارتباطا وثيقا بالممارسة الرياضية والتدريب، وقد يكون هذا الارتباط القوى أحد مسببات ظهور وشيوع مصطلح «القلب الرياضى» خلال القرن الحالى.

ويعنى مصطلح «القلب الرياضى» أن القلب ذو صحة جيدة وإمكانات وظيفية على درجة عالية من الكفاءة وبخاصة عند ممارسة نماذج حركية رياضية تتميز بارتفاع شدتها.

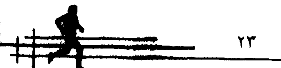
ونظرًا للأهمية الوظيفية للقلب فى الحياة العامة والممارسة الرياضية بوجه خاص فقد اهتم العلماء بطرق تقويم كفاءة عضلة القلب من الناحية المورفولوچية «البنائية» والفسيولوچية «الوظيفية». وسوف نتناول فى هذا الفصل دراسة الخصائص المورفولوچية والحالة الوظيفية للقلب الرياضى . . . ، بالإضافة إلى بعض الاختبارات الوظيفية الميدانية للجهاز الدورى.

(٢) الخصائص المورفولوجية للقلب الرياضى :

أ ـ ظاهرة التمدد أو الاتساع Dilatation :

ظاهرة التمدد أو الاتساع dilatation من أهم خصائص القلب الرياضى. ويعنى هذا المصطلح اتساع تجويف العضو متضمنًا الأذينين والبطينين. إلا أن الاتساع يكون أكثر فى البطينين عنه فى الأذينين.

لم يستدل العلماء بعد على كيفية حدوث هذا الاتساع فى البطينين لدى الرياضيين، إلا أنه من المعروف حاليًا أن مسببات هذا الاتساع ترجع إلى نظام وشدة برامج التدريب الرياضى.



هذا ويجب ملاحظة أنه فى خـلال ارتخاء عضلة القلب «الدياسـتول» يندفع الدم من الأذينين إلى البطينين ليملأ تجويفهمـا، وعند انقباض البطينين «السيستول» يندفع معظم الدم خـارج القلب إلى الأوعية الدمـوية، ويتبقى جـزء آخر من الدم يمثل مخزونًا احتياطيًا، وهذا يخالف ما كان يعتقده البعض فى الماضى، حيث كان يُعتقـد أن القلب يدفع كل ما به من دم عند انقبـاض البطينين. هذا الجزء من الدم الذى يمثل المخزون الاحتياطى يستـخدمه الرياضيون لزيادة الحجم المدفوع من الدم «الحجم السيسـتولى» أثناء العمل العضلى مما يرفع من إنتاجـية القلب .. وهذا ما يميز الرياضيين عن غير الرياضيين فيما يتعلق بحجم الدم المدفوع من القلب [انظر شكل رقم (١)].

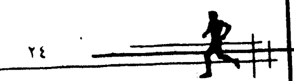
واستطرادًا لهـذه الظاهرة فإن هناك ارتباطا بين زيـادة اتساع القلب الرياضى وزيادة حجم الدم الاحتياطى، حيث إن زيادة حـجم الدم السيستولى (الدم المدفوع بدون الدم الاحتياطى) فى الأحوال العادية (غير الممارسة الرياضية) لايختلف لدى الرياضيين عنه لدى غـير الرياضيين. وهذا يعنى أن القلب الرياضى يتمـيز بالقدرة على دفع كـمية دم أكـبر مقـارنة بالقلب غيـر الرياضى أثناء النشاط الـبدنى (الدم المدفوع + الدم الاحتـياطى) مع كل انقباضة لعـضلة القلب، وتتجلى هذه الظاهرة بشكل خاص لدى لاعبى رياضات التحمل Endurance.

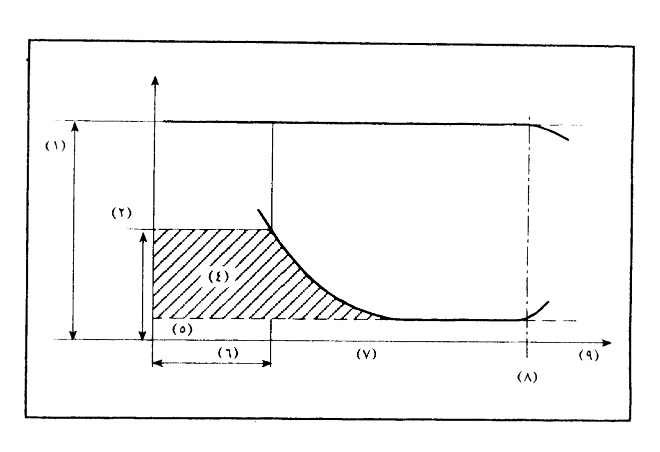
ب - حجم القلب الرياضى :

متوسط حجم القلب للرجال الأصحـاء (غير الرياضيين) فى عمر من ٢٠ - ٣٠ سنة ٧٦٠ سم٣، وبالنسبة للإناث فى نفس العمر يبلغ المتوسط ٥٨٠ سم٣.

ويعـرض الجـدول رقم [١] أحـجام قـلوب الرياضـيـيـن فى بعض الأنشطة الرياضية.

ومن الجـدول رقم [١] يلاحظ مـدى ارتبـاط حـجم القـلب بنوع النشـاط الرياضى التخصصى، وهى ظاهرة يتطابق فيهـا الجنسان. كما يلاحظ أن الممارسين لرياضات التحمل مثل الانزلاق، والدراجات، وجرى المسافات الطويلة .. وغيرها يملكون قلوبًا تفوق فى أحـجامها أحـجام قلوب أقرانهم من الممارسـين لرياضات لاتتطلب التحمل بالدرجة الأولى مثل الملاكمة والمصارعة والألعاب وغيرها.





شكل رقم (١)

تغيرات أحجام الدم فى البطينين عند أداء الحمل البدنى مرتفع الشدة

عن : (Karpman and Others, 1978)

(١) السعة الدياستولية للبطينين.

(٢) السعة الوظيفية للبطينين.

(٣) حجم الدم السيستولى.

(٤) حجم الدم الاحتياطى.

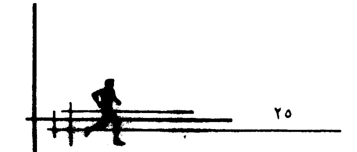
(٥) حجم الدم المتبقى.

(٦) حالة الراحة.

(٧) أثناء أداء الحمل البدنى.

(٨) الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين.

(٩) الشدة.



جدول رقم (١)

حجم القلب لدى الرياضيين فى أنشطة رياضية متعددة

نوع النشاط الرياضى	حجم للقلب (سم٣)		الحجم النسبى للقلب (سم٣/ كجم)	
	متوسط	انحراف معيارى	متوسط	انحراف معيارى
انزلاق على الجليد.	١٠٧٣	٤٢,٥	١٥,٥	٠,٤٧
الدراجات.	١٠٣٠	٢٠,٢	١٤,٢	.٣٧
الجرى (مسافات طويلة).	١٠٢٠	١٦,٣	١٥,٢	٠,٤٣
المشى الرياضى.	٩٧٠	٢٨,٥	١٤,٥	٠,٣٩
الجرى (مسافات متوسطة).	١٠٢٠	٤٠,٠	١٤,٩	٠,٤٦
السباحة.	١٠٦٥	٣٥,٠	١٣,٩	٠,٢٨
كرة الماء.	١١٣٩	١٧,٠	١٣,٤	٠,٨٩
كرة السلة.	١١٢٥	٣٠,٨	١٢,٩	٠,٢٦
الخماسى الحديث.	٩٥٥	١٦,٢	١٣,٥	٠,١٨
الملاكمة.	٩١٣	٣٦,٠	١٣,٧	٠,٣٨
المصارعة.	٩٥٣	٢٤,٢	١٢,٢	٠,٢٢
التنس.	٩٨٠	٤٦,٢	١٢,٨	٠,٣٦
العدو (انزلاق).	٩٣٥	٢٤,٠	١٢,٥	٠,٢٨
العدو (مسافات قصيرة).	٨٧٠	٣٤,٠	١٢,٥	٠,٥٤
الجمباز.	٧٩٠	٢٤,١	١٢,٢	٠,٢٥
رفع الأثقال.	٨٢٥	٢٥,٦	١٠,٨	٠,٢٥
الفروسية.	٨٣٣	٣٦,٠	١٢,٠	٠,٦١
الغطس.	٧٧٠	٢٧,٩	١١,٣	٠,٣٤
غير الرياضيين	٧٦٠	١١,٠	**١١,٢**	٠,١٧

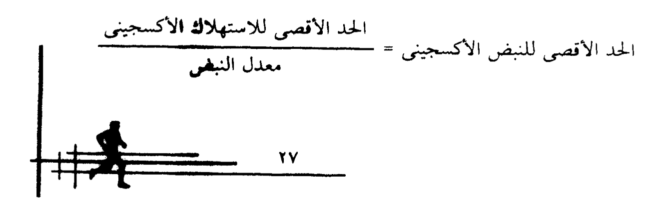
الرياضيون الممارسون لرياضات تتطلب القوة المميزة بالسرعة كمتطلب رئيس يملكون قلوبًا لاتزيد أحـجامـها بدرجـة كبـيرة عن أحـجام قلوب أقـرانهم غـير الخاضعين لبـرامج تدريب. وهذه حقيقة تتفق مع النظريات العلميـة، وتفسيرها أن الإنتاج الواضح للجهاز الدورى والمتبوع بإنتاجية الجهـاز التنفسى يعتبر عاملا مهمًا فى رياضـات التحـمل، وعلى العكس من ذلك فـإن إنتـاجيـة الجهـازين الدورى والتنفسى فى رياضات القوة المميزة بالسرعـة لا يعادل مثيله فى رياضات التحمل، ويرجع ذلك لقصر فترة الأداء الرياضى كما هو الحال فى رفع الأثقال والجمباز.

تقل مساهمات الجهازين الدورى والتنفـسى فى أنشطة القوة المميزة بالسرعة، ولا يلاحظ زيادة كبيرة فى حجم عضلة القلب، والعكس صـحيح تمامًا فيما يتعلق برياضات التحمل . . . ، لذا فإن ظاهرة اتساع القلب والحجم الكبير للقلب لا تعم كل الرياضيين ولكن فقط ترتبط بهؤلاء الذين يمارسون أنشطة التحمل.

جـ - مورفولوجية القلب بين الصحة والمرض :

هناك حدود مـعينة للتمـدد الفسيولوجي للـقلب الرياضى، حيث إن الزيادة المفرطة لتمدد القلب والتى تـزيد عن ١٢٠٠ سم٣ (خروشيف) حتى لدى رياضى التحـمل قد تؤدى إلى تحول التمـدد الفسيولوجي إلى تمدد مـرضى. حيث تعكس هذه الزيادة المفرطة فى التمدد القلبى نواحى مـرضية فى عضلة القلب . . ، والتى قد يكون أحد أسبابها التدريب الرياضى الخاطئ.

وللتفريق بين التمدد الرياضى لعضلة القلب والتمدد المرضى لها، فمن المفيد ربط هذه الظاهرة بمقدار الاستهلاك الأكسجينى أو الحد الأقصى للنبض الأكسجينى الذى يستخرج من المعادلة :

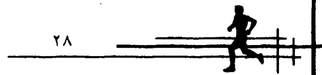


الحد الأقصى للنبض الأكسجينى = الحد الأقصى للاستهلاك الأكسجينى / معدل النبض

فإذا لوحظ خلال التدريب الرياضى زيادة حجم القلب مقرونًا بزيادة الاستهلاك الأكسجينى فإن ظاهرة زيادة حجم القلب هنا تصبح ظاهرة فسيولوجية طبيعية تعبر عن حدوث عمليات التكيف للحمل التدريبى.

أما فى حالة حدوث زيادة فى حجم القلب مقرونة بعدم حدوث زيادة فى الاستهلاك الأكسجينى أو نقصها فإن زيادة حجم القلب هنا يمكن أن تكون ظاهرة مرضية سيتبعها انخفاض فى إنتاجية القلب.

ويمكن تقويم حجم القلب باستخدام المقاييس الأنثروبومترية Anthropometric measurements لتحديد ما يسمى بالحجم النسبى للقلب، حيث يتم قسمة حجم القلب بالسنتيمتر المكعب على وزن الجسم بالكيلوجرام.



حجم القلب النسبى = حجم القلب (سم٣) / وزن الجسم (كجم)

وقد وجد أن حجم القلب النسبى للرجال حوال ١١,٢ سم٣/ كجم، وللسيدات ٩,٨ سم٣/ كجم.

وتعتبر ظاهرة التمدد الفسيولوجى لعضلة القلب لدى الرياضيين كثيرة التغير، حيث ثبت إمكانية حدوث زيادة فى حجم القلب خلال الموسم التدريبى الرياضى من ١٥ ٪ إلى ٢٠ ٪.

كما أن ظاهرة زيادة حجم القلب عادة ما ترتبط بسمك جدار عضلة القلب. كما أن مصطلح التضخم Hypertrophia يعبر عما حدث من زيادة فى حجم عضلة القلب كظاهرة فسيولوجية طبيعية (فى غير الأحوال المرضية المشار إليها من قبل) لدى الرياضيين، فتضخم عضلة القلب لدى الرياضيين **يماثل** ما يحدث من تضخم (زيادة الكتلة العضلية) فى أى عضلة أخرى **فى** الجسم، وهو فى ذلك - التضخم - له ميكانيكية خاصة توفر زيادة كفاءة العضو، فتضخم الجهاز العضلى لدى الرياضيين نتيجة للتدريب الرياضى المقنن **أحد** الأمثلة الواضحة لذلك ...، وهكذا يجب أن ننظر إلى تضخم عضلة القلب **على** أنه تضخم مماثل لما يحدث فى العضلات الأخرى فى الجسم (تبعًا لقانون المقطع **الفسيولوجى**).

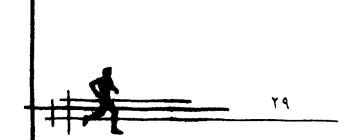
وتأتى بيولوجية التضخم القلبى لدى الرياضيين الذين يخضعون لبرامج تدريب عالية الشدة (بالمقارنة مع حالة الراحة) نتيجة لكون القلب لديهم يدفع ثلاثة أضعاف كمية الدم المعتاده فى لحظة الانقباض، ولذلك فعند أداء عمل يتطلب زيادة فى سرعة الدورة الدموية فإن انقباض عضلة القلب يجب أن يزيد، وهذه الزيادة فى قوة انقباض عضلة القلب ترجع إلى النمو أو التضخم الحادث فى عضلة القلب.

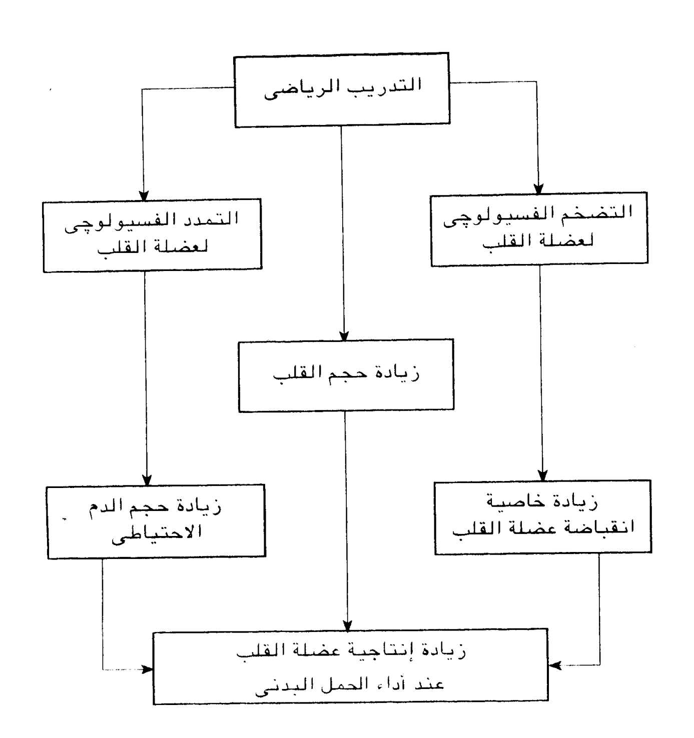
ويصاحب التضخم الوظيفى لعضلة القلب زيادة فى شبكة الشعيرات الدموية فيها، حيث يسهل ذلك من عملية مد عضلة القلب بحاجتها من الأكسجين، وبفضل ذلك لا تعانى أجزاء عضلة القلب من نقص إمداد الأكسجين.

ويوضح الشكل رقم (٢) تأثير التدريب الرياضى على عضلة القلب من حيث زيادة التمدد الفسيولوجى والتضخم الفسيولوجى مما ينتج عنه زيادة حجم القلب.

ويؤثر التمدد الفسيولوجى للقلب فى اتجاه زيادة حجم الدم الاحتياطى بالبطينين الذى يساعد على زيادة حجم الدم المدفوع من القلب أثناء النشاط البدنى مما يزيد من فاعلية عمل الجهاز الدورى.

كما يساعد التضخم الفسيولوجى لعضلة القلب أيضًا على زيادة إنتاجية القلب، وبهذا يتضح أن عمليات زيادة حجم القلب لدى الرياضيين تعتبر من العمليات المركبة من الجانب الوظيفى والجانب البنائى أيضًا.

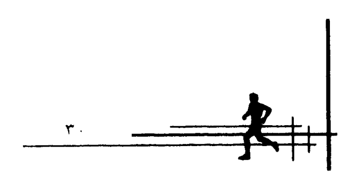




شكل رقم (٢)

تأثير التدريب الرياضى على حجم القلب وإنتاجيته

عن : (Karpman and Others. 1978)



د ـ علاقة حجم القلب بالكفاءة البدنية :

يوضح الجدول رقم (٢) مقارنة بين الرياضيين وغير الرياضيين في حجم القلب وعلاقته بالكفاءة البدنية.

جدول رقم (٢)

مقارنة حجم القلب بمستوى الكفاءة البدنية

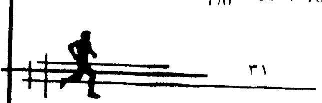
العينة	حجم القلب المطلق		حجم القلب النسبى		الكفاءة البدنية	
	سم٣		وحدة القياس		كجم / دقيقة	
	متوسط	انحراف معيارى	متوسط	انحراف معيارى	متوسط	انحراف معيارى
رياضيون.	٩٨٠	١٧,٨	٧١	١,٧٨	١٥٢٠	٢٦,٦
غير رياضيين.	٨٠٠	٢٩,٠	٥٥	٢١,٠	١٠٣٥	٤٩,٨

ويتضح من الجدول (٢) أن حجم القلب لدى الرياضيين يزيد عن مثيله لدى غير الرياضيين بأكثر من ٢٢ ٪، ويزيد بالنسبة لحجم القلب النسبى (حجم القلب وعلاقته بطول ووزن الشخص) أكثر من ٢٩٪. وكذلك يلاحظ زيادة الكفاءة البدنية بالنسبة للرياضيين عن غير الرياضيين بحوالى ٤٧٪. وبناء على ذلك فإن الرياضيين الذين يتميزون بزيادة حجم القلب يتميزون أيضًا بكفاءة بدنية عالية.

وبناء على دراسة تحليل الارتباط بين مستوى الكفاءة البدنية PWC_{170} وحجم القلب بالنسبة للرياضيين ذوى المستويات والتخصصات الرياضية المختلفة فقد أثبت (بوريسوفا) وجود علاقة ارتباط موجبة عالية، حيث بلغ معامل الارتباط ٠,٦٢، ويمكن إيجاد العلاقة التقريبية بين حجم القلب والكفاءة البدنية حسب المعادلة الآتية (بوريسوفا ١٩٦٧م) :

حجم القلب (HV) = ١,١ × PWC_{170} - ٢٣ × ١٠^-٥ $(PWC_{170})^٢$ - ١٤٠

$$HV = 1.1 \cdot PWC_{170} - 23 \cdot 10^{-5} (PWC_{170})^2 - 140$$



أما بالنسبة لحجم القلب النسبى فيمكن حسابه تقريبًا تبعًا للمعادلة التالية (بوريسوفا ١٩٦٩م):

حجم القلب النسبى (RHV) = ٠,٠٣٥ × PWC_{170} + ١٧,٥

$$RHV = 0.035 \ . \ PWC_{170} + 17.5$$

وبناء على ذلك؛ فإنه كلما زاد حجم القلب زاد مستوى الكفاءة البدنية، أى وجود علاقة طردية بين حجم القلب والكفاءة البدنية.

(٣) الخصائص الوظيفية للقلب الرياضى :

أ - مدخل :

يتم تشخيص تضخم عضلة القلب عادة بالنسبة للرياضيين بواسطة رسم القلب الكهربائى Electrocardiography، أو عن طريق تخطيط القلب التوجيهى Vectorcardiography . فى هذه الطرق يكون الاعتماد على التغير القليل الذى يحدث فى النشاط الكهربائى للقلب عند عمليات التضخم، حيث يتضح ذلك فى رسم القلب الكهربائى عندما يزيد حجم السعة QRS والتى تعبر عن عملية فقد استقطاب عضلة القلب Depolirization . وتكشف طريقة رسم القلب الكهربائى التضخم الواضح أو فى حالة وضوحه، ولكنها لاتظهر هذا التضخم عندما يكون فى بدايته . . . ، لذلك فإن طريقة تخطيط الموجات فوق الصوتية Ultrasonogra-phy Echocardiography للقلب تعتبر أحدث وأفضل لكونها تكشف عند بداية حدوث التضخم، وهذا ما لاتستطيعه طريقة رسم القلب الكهربائى.

وكما أوضحنا من قبل فإن ظاهرة التضخم فى قلوب اللاعبين الرياضيين قد سجلت بوضوح باستخدام رسم القلب فى أكثر من نصف الرياضيين ذوى المستويات العالية وفى مختلف الأنشطة الرياضية.

ولقد كان من المثير إجراء دراسات على قلوب الرياضيين اللذين ماتوا فى بعض الحوادث الرياضية، فتبين أن أوزان قلوبهم تزيد عن المعدل الطبيعى بمقدار ٥٠٠ جرام.

وإذا زاد تضخم القلب بشكل مفـرط فإن نسبة عدد الشعـيرات الدموية إلى العناصر الانقـباضيـة تنخفض، ويظهر احـتياج نسبى للأكـسچين لأجـزاء عضلة القلب، وهذه ظاهرة سلبية يمكن أن تؤدى - إذا استفحلت - إلى الموت.

مما سبق يتـضح أن التضـخم فى عضلة القلب لدى الأفـراد العاديين (غـير الرياضيين) يعتبـر حالة مرضية، كما أنه يعتبـر كذلك لدى بعض الرياضيين إذا لم يصاحب التضـخم زيادة فى الحد الأقصى لاستهلاك الأكـسچين . . ، وهذا يرجع إلى التدريب الخاطئ أو مع ظهور بعض الأمراض.

وهناك العـديد من الطرق لتقـويم الحالة الوظيـفيـة للقلب لدى الرياضيـين للتعرف على العمليـات الكهربائية الحيوية والوظائف الانقباضـية والظواهر الصوتية لعضلة القلب، ومن هذه الطرق رسم القلب الكهربى، ورسم القلب المتعدد Poli-cardiograph . . ، وفيـما يلى توضيح لاسـتخدامات رسم الـقلب الكهربائى فى مجال الرياضة.

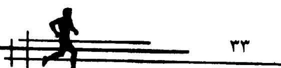
ب - رسم القلب الكهربائى Electrocardiograph :

١ - ماهية رسم القلب الكهربائى :

تستخـدم طريقة رسم القلب الكهربائى بصـفة أساسية فـى المجال العلاجى بالمستشفيات كوسيلة تشخيصية للتكهن بالاتجاه الذى قد يتخذه المرض، إلا أن هذه الطريقة لا تقتصر استخداماتها على ذلك، ولكن تسـتخدم أيضًا خارج المستشفيات كوسيلة لكثير من الدراسات العلمية، منها دراسات القلب على الرياضيين.

ويسـمى رسم القلب الكهربائى المسـجل Electrocardiogram، أما الجـهاز الذى يمثل أداة القياس لرسم القلب فيسمى Electrocardiography.

ويعود الفـضل فى اكتشاف هذه الطريقـة وغيرها من طرق تسجـيل ودراسة النشاط الكهربائى الحيوى إلى العالم الإيطالى جالفانى Galvani عام ١٧٩١م الذى اكتـشف أن الأنسجـة الحيـة يمكنها إنتـاج تيار كهـربائى إذا ما تمت اسـتثـارتها. واسـتكمل بعد ذلك نفس الفكـرة العالمان الألمانيـان كوليكر ومـولر Kolliker & Muller منذ أكـثر من مائـة عام، حيث توصـلا إلى أن التيـار الكهربائـى يحدث



بطريقة إيقاعية مع كل انقباضـة لعضلة قلب الحيوان، أما العالم والير Waller عام ١٨٨٧م فيعتبر أول فرد أمكنه تسجيل نشاط القلب الكهربائى من على سطح جسم الإنســان، واستطاع الألمـانى «أينشوفن» أن يدخـل بعض التعـديلات على طريقـة تسجيل رسم القلب الكهربائى، وكان ذلك فى عام ١٩٠١م.

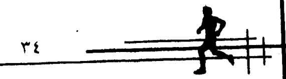
وفى الوقت الحـالى يتم نقل رسم الـقلب الكهـربائى عن بُعـد باستـخـدام موجات FM وكذلك تليفونيًا، كمـا أمكن تسجيل وتخزين رسم القلب الكهربائى على شرائط ممغنطة بواسطة الحاسب الآلى (الكمبيوتر).

٢ ـ أسس فكرة رسم القلب الكهربائى :

القلب: عضلة مكونة مـن مجموعـة ألياف عضليـة، وكل ليفة عضليـة لها خاصـية الشـحن الكهربائى، ومع كل ضـربة من ضربات القلب تتـحرك مـوجة كهـربائية بسرعة خـلال تلك الألياف . . ، وعند حدوث ذلك يحـدث عدم توازن للشحنة الكهـربائية خارج غـشاء الألياف العـضلية لعضلة القلب، وبمجـرد مرور الموجة الكهـربائية خلال عـضلة القلب فإن ملايين الخـلايا تولد تيارًا كهـربائيًا فى الصدر، هذا التيار الكهـربائى يمر حتى يصل إلى سطح الجلد ويؤدى إلى حدوث فروق فى الڤولت الكهربائى يمكن قياسها بين زوج من الإلكترونات توضع فوق أى نقطتين على الجسم.

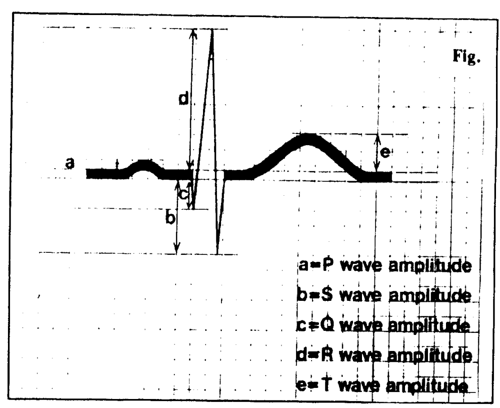
وعند بداية كل ضربة قلب تبدأ الاسـتثارة من العقدة السينيـة المنظمة للعمل Pacemaker Sinus node الموجودة أعلـى الأذين الأيمن. وهذه الاستـثارة تمر فى شكل موجة خـلال جدار الأذينين، ويمكن تسجيل هذه الحـالة على رسام القلب الكهربائى على شكل موجة أطلق عليـها أينشوفن اسم الموجة (P) أى P - wave، ويتبع ذلك بعض التأخـير عندما يتم استقبـال الموجة فى الجزء العلوى من البطينين عند العقدة الأذينية البطينية A - V node . . ، وهذه الحـالة ترسم على الورق فى شكل خط مستقيم.

يلى ذلك حدوث انتشار سريع للموجة الكهـربائية المنبهة خلال جدار عضلة القلب فى البطينين من خـلال «حزمـة هيز» His bundle، وفى هذه الحـالة فإن



استثارة البطينين تسبب انحرافا حادا وكبيرا (يبلغ حوالى ١ - ٤ من الألف فولت)، وهذا الانحراف المسجل على شريط رسم القلب الكهربائى يسمى (QRS).

وبمجرد ذهاب الموجة المثيرة من البطينين تنقبض عضلة القلب لتدفع الدم، ثم تعود الشحنات الكهربائية للخلية العضلية إلى حالتها الأولى، وخلال ذلك يتم تسجيل موجة مستديرة أخرى تسمى (T). والشكل رقم (٣) يوضح شكل الموجات والمراحل.



شكل رقم (٣)

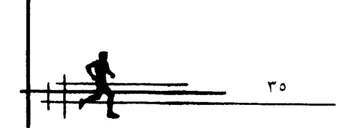
شكل الموجات ومراحلها

عن : (Prineas and Others, 1984)

(a) سعة الموجة (P). (b) سعة الموجة (S).

(c) سعة الموجة (Q). (d) سعة الموجة (R).

(e) سعة الموجة (T).



٣ ـ تسجيل رسم القلب الكهربائى :

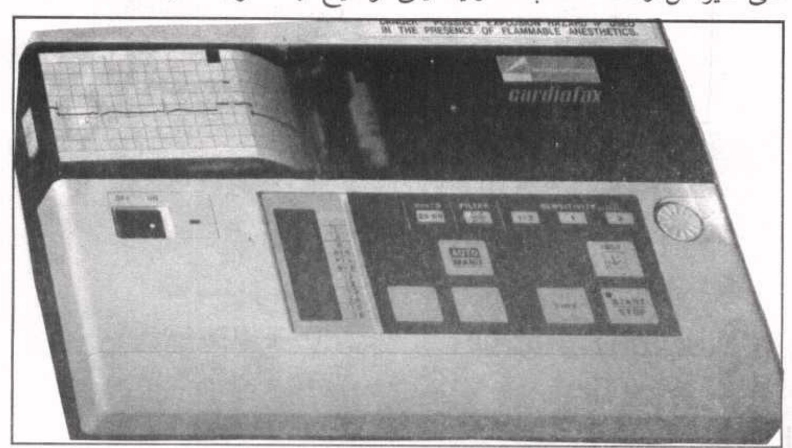
يتم تسـجيل رسم القلـب الكهربائى بواسطة جـهـاز رسم القلب عن طريق إلكترودات خاصة توضع إما على الصدر أو الأطراف.

تقوم هذه الإلكتـرودات بنقل التيار الـكهربائى إلى الجهـاز الذى يقوم بدوره بتقوية وتسجيل النشاط الكهربائى [انظر الشكل رقم (٤)].

كما يمكن تسجيل النشـاط الكهربائى أثناء أداء الأنشطة الرياضية، وفى هذه الحالة تسـتخدم أجهـزة خاصة تقـوم بإرسال إشارات نشاط الـقلب الكهربائى عن طريق الراديو ومن على مسافات وبدون استـخدام الأسلاك بين اللاعب والجهاز مما يسمح للاعب بحرية الحركة. ولايزيد وزن جهاز الإرسال الحديث عن ١٠٠ جرام مما يسهل استخدامه أثناء المنافسة وأثناء التدريب أيضًا.

ويسجل رسم القلب الكهربائى على شريط خاص من الورق أو على شريط فيلم، ويلاحـظ علـى رسـم القلب وجود تموجات تفـصل بينها مسافـات تأخذ رموز P, Q, R, S, T.

ومن خلال دراسة العلاقة بين هذه الموجات والمسافات التى بينها يمكن الحكم على كثير من وظائف القلب.، وفيما يلى توضيح لهذه الموجات والمسافات.



شكل رقم (٤)

جهاز رسم القلب الكهربائى (ECG)



ـ الموجة P. (P. wave) :

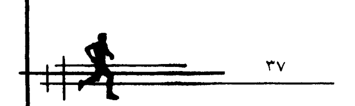
فى بداية كل ضربة للقلب تبدأ الاستثارة فى الانتشار من العقدة السينية (SA) node الموجودة بالجزء الأعلى للأذين الأيمن، وتمر الاستثارة على شكل موجة خلال الأذين، وبناء على فروق الجهد بالڤولتات بين مسافات النقط على الجلد يسمح بتسجيل هذه الفروق فى شكل ارتفاع ثم انخفاض يسجل على شريط تسجيل رسم القلب الكهربائى المتحرك تحت إبرة التسجيل بسرعة معينة تغطى زمن استمرار هذه الموجة الذى يتراوح عادة ما بين ٠,٠٦ إلى ٠,١٢ ثانية بمتوسط قدره ٠,٠٨ ثانية، كما أن ارتفاع هذه الموجة والذى يسمى السعة Amplitude، يمثل مقدار فرق الجهد الكهربائى الذى تم فى الأذينين والذى يقاس بالملّى فولت ويكون فى حدود ٠,٣ ملّى فولت. [انظر الشكل رقم (٥ ـ أ، ب، جـ)].

ـ مرحلة PR :

مرحلة PR هى الخط المستقيم الذى يلى الموجة P ويقع بين بداية الموجة P وبداية المركب QRS، وخلال هذه الفترة الزمنية تمر الموجة الكهربائية بالأذينين إلى العقدة الأذينية البطينية A - V node والحزم الأذينية البطينية A - V bundles، ويتراوح مدى زمن هذه الفترة من ٠,١٣ إلى ٠,١٦ ثانية ...، [انظر الشكل رقم (٥ ـ جـ، ٥ ـ د)].

ـ المركب QRS :

وهو عبارة عن مجموعة الانحرافات أو الموجات السلبية والإيجابية المصاحبة لحالة فقد الاستقطاب فى البطينين Ventricular Depolarization، وهى تقاس ابتداء من الموجة Q إلى نهاية الموجة S، وفى نفس هذا التوقيت تتم إعادة استقطاب الأذينين Repolarization، ويبلغ متوسط زمن هذا المركب ٠,٠٨ ثانية، ويتراوح مداه ما بين ٠,٠٦ إلى ٠,١٠ ثانية، كما تبلغ سعة الموجة R أكثر من ٢,٥ ملّى فولت، [انظر الشكل رقم (٥ ـ هـ)].



- **المقطع ST** (ST Segment) :

وهو عبارة عن الجزء الواقع بين نهاية الموجة S، وبداية الموجة T، وعادة ما يستمر هذا المقطع حوالى ٠,٠٨ ثانيـة، وانحراف هذا المقطع لأعلى أو لأسفل قد يدل على حـدوث ضــرر بعـــضلة القلب أو شد على البطينين . . ، [انظر الشكل رقم (٥ ـ و)].

- **الموجة T** :

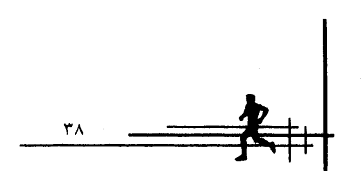
وهى عـبارة عن الانحـراف الإيجابى الذى يأتى بعـد المركب QRS، ويبلغ متوسط زمن هذه الموجـة ٠,١٦ ثانية، كما تبلغ سعتهـا حوالى ٠,٣ ملّى فولت . . [انظر الشكل رقم (٥ ـ ٢)].

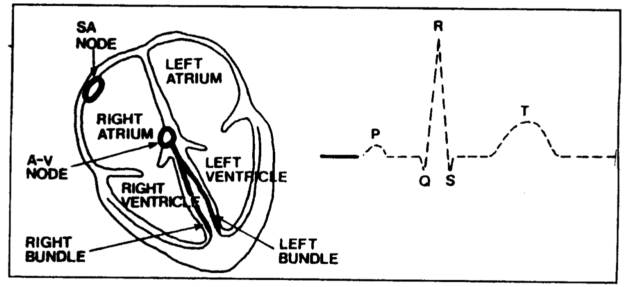
- **المرحلة OT** :

وهى عبارة عن المرحلة من بداية المركب QRS إلى نهاية الموجة T، وتنسب هذه المرحلة عادة إلى الانقـباض الكهربائى Electrical Systole، ويبلغ زمن هذه المرحلة حوالى ٠,٣٦ ثانية عندما يكون معدل القلب ٧٠ ضربة / دقيقة . . [انظر الشكل رقم (٥ ـ ٢)].

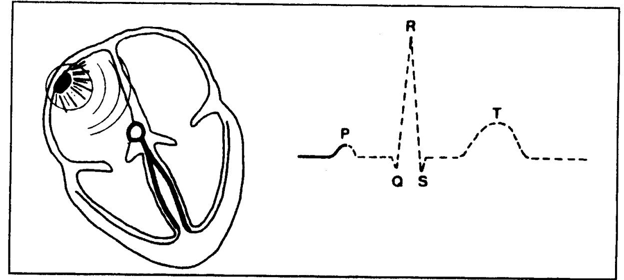
- **المرحلة R - R** :

تعتبر المســافة بين الموجة R والموجة R فى الضربة التالية هــى الفترة الزمنية التى يتم فيها حدوث انقباض عضلة القلب.

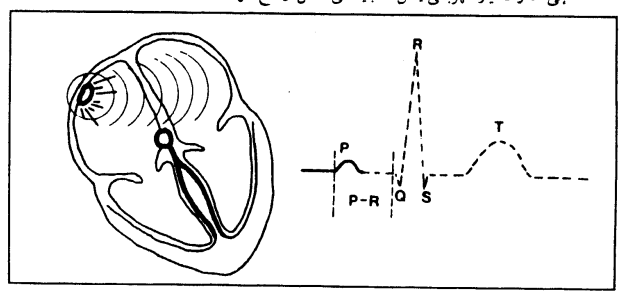




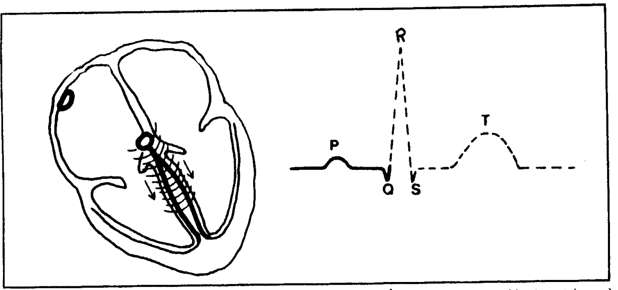
(٥ ـ أ) بداية ضربة القلب العادية بواسطة العقدة SA) node) من الجزء الأعلى فى الأذين الأيمن.



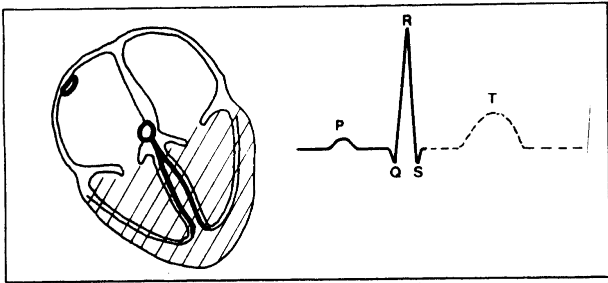
(٥ ـ ب) مرور موجـة الاستثارة خلال كلا الأذينين مما يؤدى إلـى تنشيطها للانقباض وتؤدى عـملية التنشيط إلى حدوث تيار كهربائى يمكن تسجيله فى شكل ارتفاع الموجة (أ).



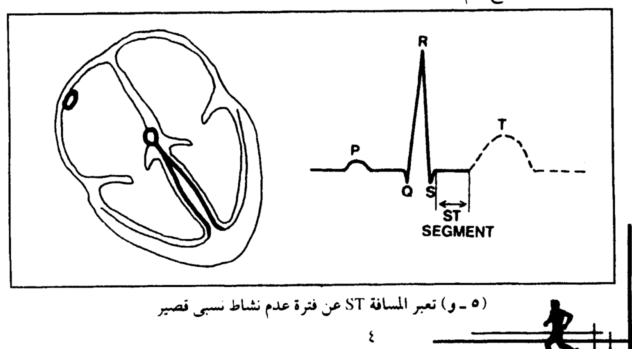
(٥ ـ جـ) وصول الموجة الكهربائية للتنشـيط إلى العقدة الأذينية البطينية atrioventricular (A - V) node والتى تقع بين الأذينين والبطينين،وينتج عن ذلك فتـرة تأخير ويعبر عنهـا بالمسافة P - R التى تشمل الموجة P بالإضافة إلى فترة التأخير فى العقدة الأذينية البطينية



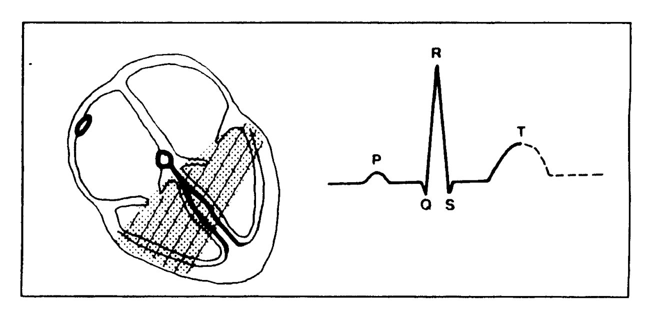
(٥ ـ د) انتشـار الاستثـارة من العقدة الأذينيـة البطينية خلال حـزمة هيس Bundle of His بين كـلا البطينين وتنشيط هذه الألياف العضلية.



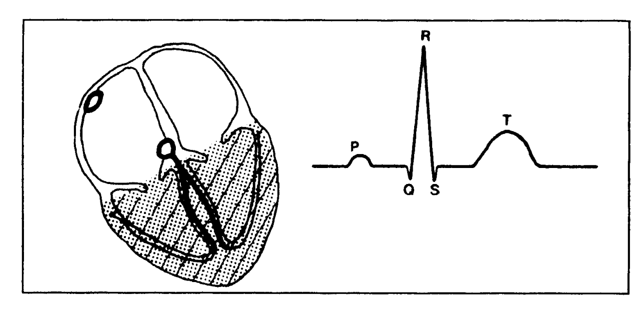
(٥ ـ هـ) انتشار الاستثارة خلال الأليـاف العضلية لكلا البطينين ويعبر عنه بالموجة QRS ويلى ذلك انقباض البطينين وضخ الدم.



(٥ ـ و) تعبر المسافة ST عن فترة عدم نشاط نسبى قصير



(٥ ـ ز) تظهر الموجة T كموجة استشفاء عضلة القلب لإعادة شحن عضلة القلب recharging.



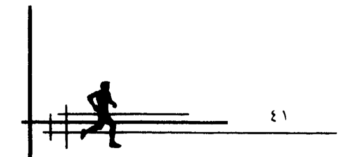
(٥ ـ ح) استكمال الموجة T استعداداً لبداية ضربة جديدة من ضربات القلب.

شكل رقم (٥)

تسلسل النشاط الكهربائي لعضلة القلب كما يعبر عنه رسم القلب الكهربائى

(نشاط الأذينين والبطينين)

عن : (Prineas and Others,1982)



جـ ـ مؤشرات رسم القلب لدى الرياضيين :

١ ـ معدل القلب :

يمكن تحديد معدل القلب فى الدقيقة عن طريق استخدام المعادلة التالية :

$$\text{معدل القلب فى الدقيقة} = \frac{٦٠}{\text{المسافة بين R - R بالثانية}}$$

وحينما يكون إيقاع عمل العقدة السينية طبيعيًا فإن تسجيل القلب الكهربائى ECG يوضح تساوى الفترات البينية R - R، إلا أنه يلاحظ لدى بعض الرياضيين تذبذب هذه الفترة البينية (شكل رقم (٦))، ويرتبط هذا التذبذب فى دورة القلب أساساً بالتنفس حيث يقل زمن دورة القلب تدريجيًا (يزيد معدل القلب) أثناء الشهيق. ويحدث العكس أثناء الزفير فيحدث بطء فى دورة القلب ويقل معدل القلب. . ، وتسمى هذه الظاهرة «عدم الانتظام التنفسى» Arthmia Respiratoria . وتلاحظ هذه الظاهرة بكثرة لدى الرياضيين، حيث تأخذ شكل انعكاس يرتبط بتغير التوتر المركزى للعصب الحائر Nervus Vagus فى أثناء عمليات التنفس، وتعتبر هذه الحالة إحدى علامات الحالة الوظيفية للقلب.

وتعتبر الحالة خطرة إذا وصل التذبذب بين الفترات R - R إلى حدود ٣, ٠ ثانية أو أكثر. ففى هذه الحالة تعبر حالة «عدم انتظام التنفس» عن خلل فى انتظام عمل العقدة السينية، حيث يدل ذلك على الإفراط فى التدريب.

٢ ـ الانقباض الزائد للقلب Extra Systol :

تعتبر حالة الانقباض الزائد لعضلة القلب من المظاهر **الطبيعية** لدى الغالبية الساحقة من الرياضيين، إلا أنه يلاحظ حدوث زيادة فى **استثارة** عضلة القلب لدى بعض الرياضيين، وذلك **فى** حالة عدم اعتيادية الانقباضات **(الانقباض** الزائد Ex-tra Systol)، ويصاحب ذلك حدوث تغير فى استثارة الأذينين والبطينين، أو بمعنى أدق زيادة هذه الاستثارة . . ، مما يؤدى إلى حدوث خلل **فى** الفترات التكرارية ذات الفترات الزمنية المتساوية بين انقباضات القلب . . . ، **ويظهر** ذلك فى وجود ضربة زائدة عن المعدل العادى كما هو موضح فى (الشكل **رقم** ٦) . . . ، وفى

هذا الشكل يتضح بمتابعة حـدوث ضربتين عاديتين لعضلة القلب بينهمـا مسافات زمنية متساوية ظهور ظاهرة عدم الانتظام (الانقباض الزائد أو الضربة الزائدة).

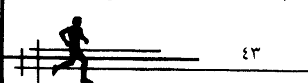
وهناك بعض التأثيرات على دينامية الدم (الدورة الدموية Heamodynamica) نتيجة لظاهرة عدم انتظام الانقبـاض، وخاصة فى بعض الحالات المبكرة للانقباض الزائد، وفى هذه الحالة ونتيجة لتقليل الدياسـتول لايأخذ التجويف القلبى الفرصة المناسـبة للامـتلاء، وكنتـيجة لـدفع الدم فى الحالات المبكرة يمكن أن تقل حـالة الانقباض الزائد أو حـتى تختفى تمامًا. (والشكل رقم ٦) يوضـح الانقباض الزائد المبكر حيث لايزيد دفع الدم بدرجة كبيرة.

ولتسـجيل النشـاط الكهربائى يمـكن الاستدلال بتـقليل سعـة رسم النبض Sphygmogramma، وكلما تأخـر ظهور الانقباض الزائد كـان تأثيره السلبى على دينامية الدم أقل.

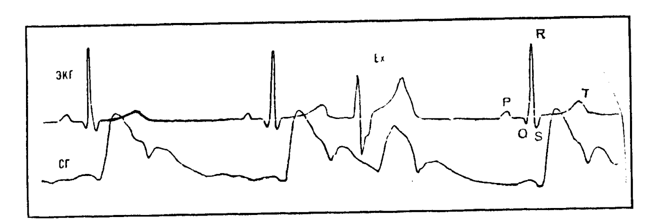
ويمكن مـلاحظة ظـاهرة «الانقـبـاض الزائد» أيضـًا خـلال فـتـرة العـمل والاستشفاء بـالإضافة إلى وقت الراحة. ومن المقبول تفسيـر عدم انتظام الانقباض الزائد المسجل أثناء الحـمل البدنى على أنه مماثل إلى حـد ما لما يحدث قـبل الحالة المرضية لعضلة القلب.

وكان من المعتقد أن الانقباض الزائد الذى يظهر فى وقت الراحة يعتبر ظاهرة حميدة، وعـدم ظهور الانقباض الزائد فى وقت الراحة والحمل البدنى يعـتبر دليلا على عـدم الضـرر . . . ، وهذا فى حـد ذاته لايتـفق مع نتـائج دراسـات الطب الرياضى فى الفتـرة الأخيرة التى استـخدمت البيانات المسـجلة عن طريق ملاحظة قياس نشاط القلب عن بُعد Radiotelemeter التى أشارت إلى أن الانقباض الزائد علامة غير حميدة سواء سجلت فى وقت الراحة أو العمل.

وتختلف صور أسـباب ظهور «الانقبـاض الزائد» . . ، منها ما يظهر نتـيجة لإجهاد عضلة القلب عند التعرض لبـعض الأمراض مثل حالة تسمم عضلة القلب الناشئة عن اختلال النظام العصبى لنشاط القلب أو عند اختلال التمثيل الغذائى.



هذا ويجب الأخذ فى الاعتبار أنه خلال العمل العضلى لدى الرياضيين يزيد محـتوى الدم فى الهـرمونات Catecholamins، وهى تزيد من اسـتـثارة عـضلة القلب، وهذه حالة قد تؤدى إلى ظهور الانقباض الزائد.



شكل رقم (٦)

انقباض البطين الزائد

عن : (Karpman, 1980)

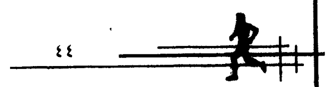
٣ ـ توصيل الاستثارة :

عند دراسة نشاط القلب يلاحظ توصيل الاسـتثارة من الأذينين إلى البطينين خلال عضلات البطينين. حيث يؤدى ذلك إلى إمكانية تقويم زمن انتقال الاستثارة فى أجـزاء القلب، ويتم ذلك بواسطة رسم القلب الكهـربائى ECG، إذ يحسب زمن الانتقال الأذينى ـ البطينى بواسطة حساب المسافة ما بين ذبذبة (P) وذبذبة (Q) فى الرسم الكهربائى للقلب ECG.

(الشكل رقم ٥ ـ ح) يوضح المرحلة (P.Q)، وتعبر الذبذبة (P) فى رسم القلب عن الظاهرة الكهربائية المرتبطة بانتشار الاسـتثارة فى عضلة الأذينين، وتعبر الذبذبة Q عن لحظة بداية انتشار الاستثارة فى البطينين.

٤ ـ التوصيل الأذينى البطينى :

يتراوح زمن الفترة (P - Q) فى الظروف العاديـة ما بين ١٢,٠ إلى ١٩,٠ ثانية، ويتفق فـى ذلك الرياضيون أيضًا ...، وقد يلاحظ لدى بـعض الرياضيين



حدوث زيادة فى فترة الـ (P - Q) غير أنها وكقاعدة أساسية لاتزيد عن ٠,٢١ ثانية (Litnov)، كما يلاحظ لدى بعض الحالات الفردية فقط حدوث معدلات أكبر من البطء فى توصيل الاستثارة.

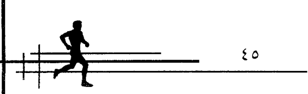
ويرجع بطء الانتقال الأذينى البطينى إلى زيادة التأثير التثبيطى للعصب الحائر على عملية توصيل العقدة الأذينية البطينية. وكلما زاد نشاط العصب الحائر لدى الرياضيين المدربين جيدًا زاد التأخر فى الاتصال الأذينى البطينى وهى ظاهرة فسيولوجية غير ضارة. وإذا زادت فترة الـ (P - Q) عن ٠,٢١ - ٠,٢٢ ثانية فإن ذلك يدل على عدم نجاح عملية التثبيط التى يقوم بها العصب الحائر، وتظهر هذه الظاهرة لدى الرياضيين فى حالة الحمل الزائد والإجهاد. وبهذا الشكل فإن عدم نجاح عملية التوصيل الأذينى البطينى للقلب فى حدود الفترات السابقة الذكر يتطلب التدخل الطبى إلى جانب إعادة تقويم نظام التدريب.

وقد يزيد التأثير التثبيطى للعصب الحائر بشكل مبالغ فيه على العقدة الأذينية البطينية مما يؤدى إلى حدوث خلل فى توقيتات انقباض الأذينين والبطينين، وهذه حالة مرضية نادرًا ما تشاهد لدى الرياضيين، إلا أنه من الواجب إحاطة المدرب بها، حيث يتطلب الأمر فى حالة ظهور هذه الحالة النادرة منع اللاعب تمامًا من الاستمرار فى التدريب وعرضه فورًا على الطبيب.

بناء على ما سبق يمكن تفسير ظاهرة بطء القلب لدى الرياضيين على أنها ترجع إلى التأثير التثبيطى للعصب الحائر على العقدة الأذينية البطينية، حيث قد يصل معدل القلب فى بعض الحالات النادرة من ٣١ - ٣٩ ضربة فى الدقيقة (Karpman) . . ، وهذه الظاهرة يجب ألا تكون مصدرًا لإزعاج المدربين مادامت مؤشرات القلب داخل الحدود الفسيولوجية الطبيعية.

٥ - التوصيل داخل البطينين :

يكون التوصيل داخل البطينين فى حدود أعلى من المعدلات الطبيعية التى تتراوح لدى الأفراد العاديين ما بين ٠,٠٦ إلى ٠,٠٩ ثانية، وبالنسبة لبعض الرياضيين الذين يتميزون بضخامة طبيعية فى عضلة القلب فإن فترة QRS قد تكون ٠,١٠ ثانية.



٦ - تغيرات الموجة T لدى الرياضيين :

لوحظ حدوث تغيرات فى الموجة T لدى كثير من الريـاضيين فى الدراسات العلمية التى تتـبعت هذه الظاهرة، ولقد اختلفت نتائج هذه الدراسات تبـعًا لنوعية الحمل. حيث أظهرت بعض هذه الدراسات انخفاض الموجة T عند أداء التدريبات ذات الشدة المتوسطة، وزيادتها عند أداء التدريبات ذات الشدة المرتفعة.

ولقد أشارت نتائج دراسة هارتونج (Hartung,1972) إلى حدوث ارتفاع فى الموجة T أثناء أداء التدريبات الهوائية aerobic متدرجة الشدة فى كل من الرياضيين وغير الرياضيين، بينما وجد مايهو (Mayhew,1971) حدوث انخفاض فى الموجة T عند أداء التدريبات اللاهوائية anaerobic وزيادة ارتفاعها خلال الفترة الأولى من الاستشفاء.

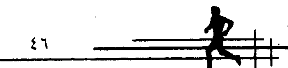
كما أشارت نتائج دراسة كارليل (Carlile,1961) إلى ارتفاع الموجة T لدى الرياضيين المدربين بمعدل أكبر من الآخرين الأقل تدريبًا.

ويفسر البعض زيادة الموجة T بعد المجهود البدنى كنتـيجة لنقص الأكسچين عن عضلة القلب خلال التدريبات العـنيفة، وكذلك التغيرات البيوكيـميائية الناتجة عن تجمعات مخـلفات التمثيل الغذائى أثناء العمل اللاهوائى وانخـفاض قيمة pH الدم (Gosby et al., 1955) .

كما تشير نتائج دراسة ترتليوس وهودچكينسون Trethewise & HodgKin-son إلى حدوث زيادة ارتفاع موجة T عند انخفاض pH وزيادة «توتر ثانى أكسيد الكربون PCo_2 » بالدم (*). كما أن حامض اللاكتيك Lactic Acid يكون سببًا فى انخفاض pH الدم، إلا أن تأثيره لايظهر خلال الدقائق الأولى بعد التدريب.

ويرجع البـعض الآخـر الزيادة فى ارتفـاع الموجـة T إلى زيادة مسـتـويات البوتاسيوم فى الدم عند أداء المجهود البدنى لدى الرياضيين وغير الرياضيين (Rose et al. 1966) .

(*) التوتر الجـزئى لثانى أكسـيد الكربون فى الدم، ويطلق مصطـلح توتر مرادفًا لمصطلح ضـغط الغازات فى الهواء الجوى، بينما يكون التوتر فى السوائل.



د ـ خلاصة :

بناء على ما سبق توضيحه يمكن استخدام مؤشرات رسم القلب الكهربائى فى دراسة العلاقة بين ارتفاع الموجات والمراحل البينية للحكم على تلقائية عمل القلب وتوصيل الاستثارة. كما يمكن تكوين فكرة واضحة عن التغيرات المورفولوجية فى عضلة القلب (التضخم، الاحتشاء، الانسداد، تصلب القلب، سوء تغذية القلب، الإجهاد، التسمم من البؤر الصديدية، حالة الدورة التاجية).

وتحدث تغيرات كثيرة فى الرسم الكهربائى أثناء النشاط الرياضى مثل قصر الدورة القلبية، وتغير فى ارتفاع الذبذبات، وتقل المسافات بين الذبذبات، وبعد أداء الحمل البدنى تعود تغيرات الرسم الكهربائى إلى ما كانت عليه.

بالإضافة إلى طريقة رسم القلب الكهربائى توجد طرق أخرى يمكن بواسطتها سماع وتسجيل أصوات القلب «فونوكارديوجراف Phonocardio-graph» . . ، ويمكن بواسطة هذا التسجيل الحكم على إيقاعية عمل القلب وقوة انقباضية عضلة القلب.

وفى الوقت الحالى يستخدم فى المجال الرياضى جهاز خاص يسمى «موجة القلب»، وهذا الجهاز يحدد للاعب والمدرب سرعة القلب المطلوبة لأداء الحمل، فإذا زادت أو قلّت سرعة القلب عمّا هو محدد من قبل أعطى هذا الجهاز إشارات للمدرب واللاعب فيقوم بتعديل الأداء ليظل يؤدى تبعًا للمستوى المطلوب منه.

(٤) دراسة دينامية الدم Hemodynamics :

أ ـ مدخل :

يطلق مصطلح «دينامية الدم» على دراسة القوانين الطبيعية التى تتحكم فى سريان الدم. وهناك عاملان أساسيان فى هذا المجال هما :

١ ـ ضغط الدم باعتباره القوة الموجهة لحركة الدم خلال الجهاز الدورى.

٢ ـ مقاومة سريان الدم، وهى المقاومة المواجهة للقوة المحركة للدم خلال الأوعية الدموية. ويلعب الدفع القلبى دورًا مهمًا فى التأثير على القوى الدافعة للدم خلال الجهاز الدورى.

ويمثل الدفع القلبى حجم الدم الذى يدفعه القلب فى الدقـيقة، لذلك يعتبر الدفع القلبى أهم مؤشر له تأثير على دينامية الدم.

ويرتبط حجـم الدفع القلبى بمعدل القلب . . ، الذى يعـتبـر أهم عامل فى تنظيم الدفع القلبى إضافة إلى حجم الضـربة، وهو حجم الدم المدفوع فى الضربة الواحدة.

بناء على ما سـبق فإن دراسـة دينامية الدم تعنى دراسـة الدفع القلبى بما فى ذلك حجم الضربة ومعدلات القلب وكذلك ضغط الدم.

ب ـ الدفع القلبى :

يعتبر حـجم الدم الذى يدفعه القلب فى الدقيقـة الواحدة من أهم المؤشرات الوظيفـية لدينامية الدم، حـيث يعتبر مؤشـرًا لمدى إمداد أنسجة الجـسم بالدم وما يحمله من الأكسچين، وكذلك تخليص هذه الأنسجة من ثانى أكسيد الكربون.

وفى حالة الراحة فإن متطلبات الجسم من الدم لاتكون كبيرة، لذا فإن حجم الدفع القلبى أيضًا لايكون كبـيرًا. وهو عادة ما يتراوح لدى الأشـخاص الأصحاء غيـر المدربين ما بين ٣ إلى ٦ لترات فى الدقـيقة عند القيـاس فى الوضع الأفقى، وعند القياس فى الوضع الرأسى عندمـا يقل بعض الشئ الدم الوريدى القادم إلى القلب يكون حـجم الدفع القلبى فى أقل أحـجامـه ويتراوح مـا بين ٢,٥ إلى ٥ لتر/ دقيقة.

أما لدى الرياضيـين فيتراوح حجم الدفع القلبى من ٣ إلى ١٠ لتـر / دقيقة (فى الوضع الرأسى). وعمـومًا فقد لوحظ أن حـجم الدفع القلبى لدى ٦٠٪ من الرياضيين يتساوى مع المستويات العـادية للأفراد الأصحاء من غير الرياضيين . . ، أما باقى الريـاضيين فـيزيد لديهم هذا الحـجم . . ، وقد يصل لدى بعـضهم إلى مقادير كبيرة جدًّا تتراوح ما بين ٨ إلى ١٠ لتر / دقيقة . . ، وهذا ما يلاحظ عادة لدى الرياضيين ذوى المستويات العالية.

والجدير بالذكر أنه إذا كانت هناك علاقة بين مقدار الدم السيستولى ومستوى الكفاءة البدنية لـدى الرياضيين، فإن مقدار حجم الدفع القـلبى فى الدقيقة خلال

الراحة ليس له أى ارتباط بمستوى الكفاءة البدنية. وهذا ما يفسر أن حجم الدفع القلبى فى الدقيقة لايرتبط فقط بحجم الدم السيستولى ولكن أيضا يرتبط بمعدل القلب. وكلا العاملين يحددان مقدار الدفع القلبى فى الدقيقة تبعا لمستويات ارتباطهما بعضهما ببعض وبمستوى الكفاءة البدنية، حيث إن مستوى الكفاءة البدنية يرتبط بمستوى حجم الدم السيستولى بعلاقة طردية خطية، أى كلما زاد أحدهما زاد الآخر. إلا أن العلاقة بين الكفاءة البدنية ومعدل القلب على العكس من ذلك، حيث إنه كلما زادت الكفاءة البدنية انخفض معدل القلب (علاقة عكسية)، وبناء على اختلاف أشكال هذه العلاقة فإن حجم الدفع القلبى فى الدقيقة لايرتبط بمستوى الكفاءة البدنية.

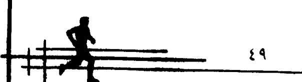
وبناء على ما سبق فإن الحكم على كفاءة الرياضيين البدنية يرتبط بمدى اقتصادية عضلة القلب فى أداء وظائفها، حيث إن مقدار الدفع القلبى لدى هؤلاء الرياضيين المتميزين فى رياضات التحمل endurance يرتبط بزيادة حجم الدم السيستولى وليس بزيادة معدل القلب.

ويتم تقويم وظائف القلب عند استجابتها لأداء التدريب الرياضى بواسطة القياسات اللاسلكية «والتسجيل عن بُعد» Radiotelemeter.

وترتبط زيادة حجم الدم السيستولى أثناء أداء المجهود البدنى بمستوى شدة العمل العضلى، فعند أداء العمل العضلى ذى الشدة المنخفضة لايصل حجم الدم السيستولى إلى أقصى مستوى له، وفى مثل هذه الحالة فإن تنظيم حجم الدفع القلبى يرتبط بتغيرات إيقاع القلب، وكذلك بزيادة حجم الدم السيستولى.

وعند زيادة شدة العمل العضلى فإن حجم الدم الاحتياطى الموجود بالتجويف القلبى ينضم إلى حجم الدم السيستولى حيث يبلغ الحد الأقصى له، ويكون معدل القلب عادة فى هذه الحالة يزيد عن ١٣٥ - ١٤٠ ضربة/ دقيقة، وبناء على ذلك فإن التحكم فى زيادة الدفع القلبى بعد ذلك يكون بزيادة إيقاع القلب.

ويبلغ مقدار الدفع القلبى لدى الأفراد غير الرياضيين عند أداء الحد الأقصى من العمل العضلى حوالى ١٥ - ٢٠ لتر / دقيقة، بينما يزيد حجم الدفع القلبى لدى الرياضيين عن هذه الأرقام عند أداء الحمل الأقصى حيث قد يصل إلى



٢٥ ـ ٣٥ لتر/دقيقة، وفى السنوات الأخيرة أمكن تسجيل بعض الحالات التى وصل فيها حجم الدفع القلبى إلى ٤ ـ ٤٢ لتر/دقيقة.

وترتبط زيادة الدفع القلبى ارتباطا طرديًا بشدة العمل العضلى، فإذا كان الحمل البدنى يتم تطبيقه على الأرجوميتر وتقدر شدته بالكيلوجرام متر/دقيقة فيمكن تحديد الدفع فى هذه الحالة بناء على المعادلة التالية :

مقدار الدفع القلبى للدم فى الدقيقة (Q) = ٠,٠١٢ × مقدار الشدة على الأرجوميتر بالكيلوجرام متر/دقيقة (N) + ٧.

$$Q = 0.012 \ . \ N + 7$$

حيث Q = مقدار الدفع القلبى للدم فى الدقيقة.

N = مقدار الشدة على الأرجوميتر بالكيلوجرام متر/دقيقة.

وبمقارنة المقدار الحقيقى المسجل للدفع القلبى، بمقدار الدفع القلبى عند أداء شدة الحمل البدنى الناتجة عن المعادلة السابقة يمكن الحكم على مدى استجابة الجهاز الدورى لأداء الحمل البدنى. فإذا تطابق المقدار الحقيقى مع ما يجب أن يكون عليه أو يختلف عنه فى حدود ١,٥ لتر/دقيقة بالزيادة أو النقصان، فإن هذا يعتبر دليلا على كفاية استجابة دينامية الدم، وقد يزيد أحيانًا هذا الفرق عن ذلك أو يقل كدليل على مدى كفاية دينامية الدم لأداء الحمل البدنى.

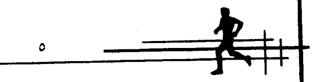
كذلك توجد علاقة بين مقدار الدفع القلبى والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين، وتعبر المعادلة التالية عن هذه العلاقة :

الدفع القلبى للدم / دقيقة = ٥,٧ × الاستهلاك الأكسجينى **(لتر/دقيقة)** + ٣,٦

$$Q = 5.7 \ . \ Vo_2 + 3.6$$

حيث Q = الدفع القلبى للدم فى الدقيقة.

Vo_2 = استهلاك الأكسجين باللتر/دقيقة

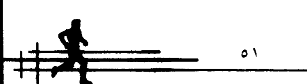


وتستخدم هذه المعـادلة لتقويم فاعلية استجـابة دينامية الدم، وفى هذه الحالة فإن الاستجابة المثـالية هى التى يكون فيها حجم الدفع القلبى الحقـيقى يتساوى مع المقدار الفرضى الناتج عن اسـتخدام المعادلة أو يخـتلف عنه بمقدار فى حدود ١,٥ لتر/دقيقة زيادة أو نقصانا.

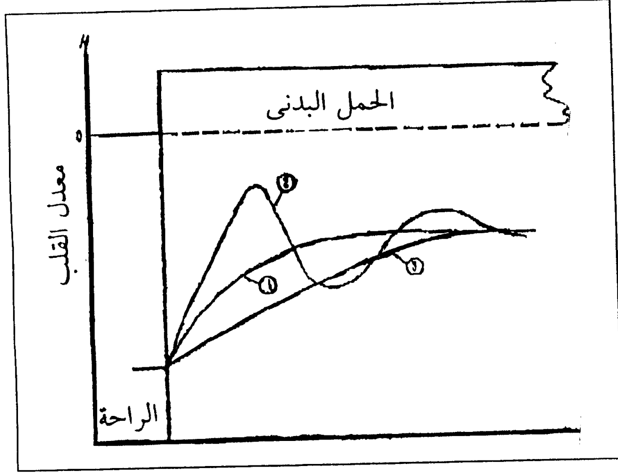
وعن ليوبينا ب. ج أنه كلما ارتفـع مستوى الكفاءة البدنيـة للرياضيين زاد حجم الدم السيستولى وانخفض معدل القلب، مقارنة بالرياضيين الأقل فى مستوى الكفاءة البدنيـة. وبناء على ذلك فإن مقدار الدفع القلبى عند أداء الأحمـال البدنية يرتفع بناء على زيادة حـجم الدم السيـستولى لدى لاعـبى التحـمل، أما بالنسـبة للاعبى السرعة Speed والقوة Strength فـإن حجم الدفع القـلبى يرتفع أثناء أداء الأحمال البدنية على حساب زيادة معدل النبض بالدرجة الأكبر.

ولتقويم الحـالة الوظيفية للجهاز الدورى يجب دراسـة كيفية عمل اسـتجابة الجهاز الدورى خلال فترة التهـيئة، وهى تلك الفترة التى تكون عادة فى بداية أداء العمل البـدنى، حيث تعمـل العضلات وتسـبق فى عملها تهـيئة الجـهاز الدورى والتنفسى. وعند ذلك تحـدث زيادة تدريجية فى كفاءة الجـهازين الدورى والتنفسى لتوفير كميات الأكسچين التى تطلبها العضلات، إلا أن ذلك يحتاج إلى فترة زمنية معـينة، وهذه الفترة يطلق عليـها «فتـرة التهيـئة»، ويرتبط طول هذه الفتـرة بشدة الحـمل البدنى المسـتخـدم ودرجـة تأهيل الرياضى وحالتـه التـدريبيـة. وبملاحظة مؤشـرات القلب خلال هذه الفتـرة يلاحظ عدم تسـاوى الفترات الزمنيـة اللازمة للتهيئة فى ضوء مختلف هذه المؤشرات، حيث إن **أقصرها زمنًا هو معدل القلب، وأطولها مؤشرات دينامية الدم مثل الدفع القلبى وحجم الضربة**.

ويمكن استخدام اسـتجابة الجهاز الدورى خلال هذه الفترة كـوسيلة لتقويم الحالة التـدريبية للرياضى، وكذلك تقنـين حمل التدريب. وعلى سبـيل المثال فى حالة الرياضى المدرب بدرجـة جيدة، فإن تغـيرات مؤشرات الدورة الدمـوية تأخذ خطا متدرجًا فى الارتفاع بصورة منظمة (انظر الشكل رقم -٧- الخط ١) وفى حالة عدم كفاية التدريب أى نقص حمل التـدريب فإن تغيرات مؤشرات الدورة الدموية



تأخذ شكلا متذبذبا ما بين الارتفاع والانخفاض (شكل رقم -٧- الخط ٢)، أما في حالة زيادة حمل التدريب والإجهاد فإنها تأخذ شكلا بيانيًا مرتفعا تدريجيًا ولكن ببطء بعض الشيء في البداية (الشكل رقم -٧- الخط ٣).

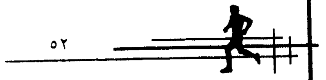


شكل رقم (٧)
منحنيات العمليات الانتقالية لمعدل القلب
عن : (Karpman, 1980)

١ - المنحنى الطبيعى.
٢ - المنحنى المذبذب.
٣ - منحنى التدريب الزائد.

جـ - تقدير حجم الدفع القلبى :

يعرف الدفع القلبى بأنه: كمية الدم التى يضخها القلب فى الدقيقة، وخاصة بواسطة البطين الأيسر. ويزيد الدفع القلبى ارتباطًا بزيادة استهلاك الأكسجين، وحجم الدفع القلبى هو ناتج حجم الدم فى ضربة القلب **الواحدة** مضروبا فى عدد ضربات القلب فى الدقيقة :



حجم الدفع القلبى = حجم الدم فى ضربة القلب الواحـدة × عدد ضربات القلب فى الدقيقة

ويزيد حجم الضربة نتيجة لسببين **هما** :

١ ـ زيادة طول ووزن الجسـم، **وبالتالى كلمـا زاد مسطح الجسـم زاد حجم** الضربة. ويرجع ذلك **أيضًا إلى وجود عـلاقة** بين **حجم الجسم وحجم** القلب.

٢ ـ نوع التخـصص الرياضى . . ، **حيث يـزيد حجم الضربـة لدى لاعبى** التحمل نتيجة لزيادة حجم القلب **واتساع تجاويفه**.

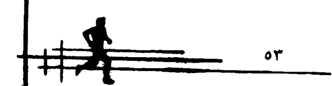
وتعتبر زيادة حـجم الدفع القلبى إحدى ميكانيكيات التكيف **المهـمة للجهاز** الدورى مع الحمل البـدنى، **ويعتبـر الدفع القلبى مؤشرًا مـهمًا للدراسات الطبـية** ودراسات الطب الرياضى.

وهناك طرق عـديدة ومختـلفة لتحـديد حجم الضـربة، **منها طـريقة Fick** المباشرة، وطريقة الصبغة **Dye Method وغيـرها من الطرق الأخرى. إلا أن هذه** الطرق تعتبر صعبة التنفيذ.

وفى المجال الرياضى يفضل استخدام طريقة تمتاز بسهولتها وسرعة تنفيذها، وبناء على ذلك اتجه الاهتـمام إلى تحديد الدفع القلبى عن طريق مـؤشرات ضغط الدم والعمر، وقد وضع ستار **Starr معادلته بعد التأكد من صدقها بتطابق نتائجها** مع نتائج تحليل الغازات Fick (١٩٧٠)، **كما أكد صدق هذه المعادلة أيضًا** جرومان **(١٩٣٢م)** وغيره كثـير من الباحثين. **وتنص معادلة «سـتار» على أن حجم الضربة** يساوى :

حجم الضربة = ١٠٠ + ٠,٥ (الضغط الانقباضى ـ الـضغط الانبساطى) ـ ٠,٦ (الضغط الانبساطى) ـ ٠,٦ (العمر).

وفى عام ١٩٧٨م قـدم الباحث الروسى **«زافيـالوف» جدولا سهلا** لتـحديد حجم الضربة بناءً على نتائج معادلة **«ستار» وبصورة أكثر دقة وسرعة من استخدام**



المعـادلة. حيث وضع لذلك جـدولين أحدهمـا لتحـديد حجم الضـربة بناء على الضغط الانقباضى والضغط الانبساطى، حـيث يحدد حجم الضربة فى خانة التقاء مقـدار الضغط الانقبـاضى مع الضغط الانبسـاطى، ويكون المقدار محـسوبًا بالملّى لتر، وبعد ذلك يـستخدم الجدول الثـانى الخاص بالعمر، حيث يـخصم أو يجمع رقمًا معينًا تبعًا لعمر اللاعب يكون الناتج هو حجم الضربة ملّى لتر.

الجدول رقم (٣) يوضح جدول زافـيالوف لتحديد حـجم الضربة، والجدول رقم (٤) يوضح جدول تعديلات حجم الدم الانقباضى تبعًا للعمر.

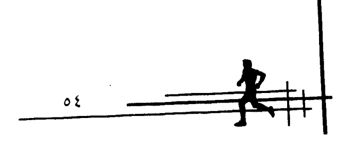
مثال توضيحى :

شـخص عـمـره ٣٠ سنة، ضـغـط دمـه ١٢٠/ ٧٠، مـعـدل القلب ٧٠ ضربة/ دقـيقة، وبالنظر فى الجدول رقم (٣) يـلاحظ أن التقاء الضغط الانقـباضى ١٢٠ مع الضغط الانبساطى ٧٠ عند الرقم (٧١) . . .، وبالنظر فى الجدول الثانى رقم (٤) الخاص بالعـمر يلاحظ أن عمـر ٣٠ سنة يخصم منه الرقم (ـ ٦) . . ، وبناء على ذلك يكون حجم الضربة = ٧١ ـ ٦ = ٦٥ ملّى. وبذلك يكون حجم الدفع القلبى تبعًا للمعادلة الأولى السابق ذكرها :

حجم الدفع القلبى = حجم الضربة × سرعة القلب

= ٦٥ × ٧٠ = ٤٥٥٠ ملّى لتر.

والجدير بالذكـر ـ وكما أشـرنا من قبل ـ أن حـجم الدفع القلبى فى الوضع الأفقى يـزيد عنـه فى الوضع الرأسى، فـهو يتـراوح عادة **فى** الوضع الأفـقى ما بين ٣ ـ ٦ لتـر/ دقيقـة، بينما يقل فى الوضـع الرأسى **ليصبـح** ما بين ٢,٥ ـ ٥ لتر/ دقيقة، ويبلغ مقدار الدفع القلبى لدى الرياضيين ما بين **٣** ـ ١٠ لتر/ دقيقة فى الوضع الرأسى.



جدول رقم (٣)

جدول زافيالوف لتحديد حجم الضربة

*	صفر	٥	١٠	١٥	٢٠	٢٥	٣٠	٣٥	٤٠	٤٥	٥٠	٥٥	٦٠	٦٥	٧٠	٧٥	٨٠	٨٥	٩٠	٩٥	١٠٠
١٠٠	١٣٨	١٣٢	١٢٧	١٢١	١١٦	١١٠	١٠٥	٩٩	٩٤	٨٨	٨٣	٧٧	٧٢	٦٦	٦١	٥٥	٥٠	٤٤	٣٩	٣٣	٢٨
١٠٥	١٤٠	١٣٥	١٢٩	١٢٤	١١٨	١١٣	١٠٧	١٠٢	٩٦	٩١	٨٥	٨٠	٧٤	٦٩	٦٣	٥٨	٥٢	٤٧	٤١	٣٦	٣٠
١١٠	١٤٣	١٣٧	١٣٢	١٢٦	١٢١	١١٥	١١٠	١٠٤	٩٩	٩٣	٨٨	٨٢	٧٧	٧١	٦٦	٦٠	٥٥	٤٩	٤٤	٣٨	٣٣
١١٥	١٤٥	١٤٠	١٣٤	١٢٩	١٢٣	١١٨	١١٢	١٠٧	١٠١	٩٦	٩٠	٨٥	٧٩	٧٤	٦٨	٦٣	٥٧	٥٢	٤٦	٤١	٣٥
١٢٠	١٤٨	١٤٢	١٣٧	١٣١	١٢٦	١٢٠	١١٥	١٠٩	١٠٤	٩٨	٩٣	٨٧	٨٢	٧٦	٧١	٦٥	٦٠	٥٤	٤٩	٤٣	٣٨
١٢٥	١٥٠	١٤٥	١٣٩	١٣٤	١٢٨	١٢٣	١١٧	١١٢	١٠٦	١٠١	٩٥	٩٠	٨٤	٧٩	٧٣	٦٨	٦٢	٥٧	٥١	٤٦	٤٠
١٣٠	١٥٣	١٤٧	١٤٢	١٣٦	١٣١	١٢٥	١٢٠	١١٤	١٠٩	١٠٣	٩٨	٩٢	٨٧	٨١	٧٦	٧٠	٦٥	٥٩	٥٤	٤٨	٤٣
١٣٥	١٥٥	١٥٠	١٤٤	١٣٩	١٣٣	١٢٨	١٢٢	١١٧	١١١	١٠٦	١٠٠	٩٥	٨٩	٨٤	٧٨	٧٣	٦٧	٦١	٥٦	٥١	٤٥
١٤٠	١٥٨	١٥٢	١٤٧	١٤١	١٣٦	١٣٠	١٢٥	١١٩	١١٤	١٠٨	١٠٣	٩٧	٩٢	٨٦	٨١	٧٥	٧٠	٦٤	٥٩	٥٣	٤٨
١٤٥	١٦٠	١٥٥	١٤٩	١٤٤	١٣٨	١٣٣	١٢٧	١٢٢	١١٦	١١١	١٠٥	١٠٠	٩٤	٨٩	٨٣	٧٨	٧٢	٦٧	٦١	٥٦	٥٠
١٥٠	١٦٣	١٥٧	١٥٢	١٤٦	١٤١	١٣٥	١٣٠	١٢٤	١١٩	١١٣	١٠٨	١٠٢	٩٧	٩١	٨٦	٨٠	٧٥	٦٩	٦٤	٥٨	٥٣
١٥٥	١٦٥	١٦٠	١٥٤	١٤٩	١٤٣	١٣٨	١٣٢	١٢٧	١٢١	١١٦	١١٠	١٠٥	٩٩	٩٤	٨٨	٨٣	٧٧	٧١	٦٦	٦١	٥٥
١٦٠	١٦٨	١٦٢	١٥٧	١٥١	١٤٦	١٤٠	١٣٥	١٢٩	١٢٤	١١٨	١١٣	١٠٧	١٠٢	٩٦	٩١	٨٥	٨٠	٧٤	٦٩	٦٣	٥٨
١٦٥	١٧٠	١٦٥	١٥٩	١٥٤	١٤٨	١٤٣	١٣٧	١٣٢	١٢٦	١٢١	١١٥	١١٠	١٠٤	٩٩	٩٣	٨٨	٨٢	٧٧	٧١	٦٦	٦٠
١٧٠	١٧٣	١٦٧	١٦٢	١٥٦	١٥١	١٤٥	١٤٠	١٣٤	١٢٩	١٢٣	١١٨	١١٢	١٠٧	١٠١	٩٦	٩٠	٨٥	٧٩	٧٤	٦٨	٦٣
١٧٥	١٧٥	١٧٠	١٦٤	١٥٩	١٥٣	١٤٨	١٤٣	١٣٧	١٣١	١٢٦	١٢٠	١١٥	١٠٩	١٠٤	٩٨	٩٣	٨٧	٨٢	٧٦	٧١	٦٥
١٨٠	١٧٨	١٧٢	١٦٧	١٦١	١٥٦	١٥٠	١٤٥	١٣٩	١٣٤	١٢٨	١٢٣	١١٧	١١٢	١٠٦	١٠١	٩٥	٩٠	٨٤	٧٩	٧٣	٦٨
١٨٥	١٨٠	١٧٥	١٦٩	١٦٤	١٥٨	١٥٣	١٤٧	١٤٢	١٣٦	١٣١	١٢٥	١٢٠	١١٤	١٠٩	١٠٣	٩٨	٩٢	٨٧	٨١	٧٦	٧٠
١٩٠	١٨٣	١٧٧	١٧٢	١٦٦	١٦١	١٥٥	١٥٠	١٤٤	١٣٩	١٣٣	١٢٨	١٢٢	١١٧	١١١	١٠٦	١٠٠	٩٥	٨٩	٨٤	٧٨	٧٣
١٩٥	١٨٥	١٨٠	١٧٤	١٦٩	١٦٣	١٥٨	١٥٢	١٤٧	١٤١	١٣٦	١٣٠	١٢٥	١١٩	١١٣	١٠٧	١٠٣	٩٧	٩٢	٨٦	٨١	٧٥
٢٠٠	١٨٨	١٨٢	١٧٧	١٧١	١٦٦	١٦٠	١٥٥	١٤٩	١٤٤	١٣٨	١٣٣	١٢٧	١٢٢	١١٦	١١١	١٠٥	١٠٠	٩٤	٨٩	٨٣	٧٨
٢٠٥	١٩٠	١٨٥	١٧٩	١٧٤	١٦٨	١٦٣	١٥٧	١٥٣	١٤٦	١٤١	١٣٥	١٣٠	١٢٤	١١٨	١١٣	١٠٨	١٠٢	٩٧	٩١	٨٦	٨٠
٢١٠	١٩٣	١٨٧	١٨٢	١٧٦	١٧١	١٦٥	١٦٠	١٥٤	١٤٩	١٤٣	١٣٨	١٣٣	١٢٧	١٢١	١١٦	١١٠	١٠٥	٩٩	٩٤	٨٨	٨٣
٢١٥	١٩٥	١٩٠	١٨٤	١٧٩	١٧٣	١٦٨	١٦٣	١٥٧	١٥١	١٤٦	١٤٠	١٣٥	١٢٩	١٢٤	١١٨	١١٣	١٠٧	١٠٢	٩٦	٩١	٨٥
٢٢٠	١٩٨	١٩٢	١٨٧	١٨١	١٧٦	١٧٠	١٦٥	١٥٩	١٥٤	١٤٨	١٤٣	١٣٧	١٣٢	١٢٦	١٢١	١١٥	١١٠	١٠٤	٩٩	٩٣	٨٨
٢٢٥	٢٠٠	١٩٥	١٨٩	١٨٤	١٧٨	١٧٣	١٦٧	١٦٢	١٥٦	١٥١	١٤٥	١٤٠	١٣٤	١٢٩	١٢٣	١١٨	١١٢	١٠٧	١٠١	٩٦	٩٠
٢٣٠	٢٠٣	١٩٧	١٩٢	١٨٦	١٨١	١٧٥	١٧٠	١٦٤	١٥٩	١٥٣	١٤٨	١٤٢	١٣٧	١٣١	١٢٦	١٢٠	١١٥	١٠٩	١٠٤	٩٨	٩٣
٢٣٥	٢٠٥	٢٠٠	١٩٤	١٨٩	١٨٣	١٧٨	١٧٢	١٦٧	١٦١	١٥٦	١٥٠	١٤٥	١٣٩	١٣٤	١٢٨	١٢٣	١١٧	١١٢	١٠٦	١٠١	٩٥
٢٤٠	٢٠٨	٢٠٣	١٩٧	١٩١	١٨٦	١٨٠	١٧٥	١٦٩	١٦٤	١٥٨	١٥٣	١٤٧	١٤٢	١٣٦	١٣١	١٢٥	١٢٠	١١٤	١٠٩	١٠٣	٩٨
٢٤٥	٢١٠	٢٠٥	١٩٩	١٩٤	١٨٨	١٨٣	١٧٧	١٧٢	١٦٦	١٦١	١٥٥	١٥٠	١٤٤	١٣٩	١٣٣	١٢٨	١٢٢	١١٧	١١١	١٠٦	١٠٠
٢٥٠	٢١٣	٢٠٧	٢٠٢	١٩٦	١٩١	١٨٥	١٨٠	١٧٤	١٦٩	١٦٣	١٥٨	١٥٢	١٤٧	١٤١	١٣٦	١٣٠	١٢٥	١١٩	١١٤	١٠٨	١٠٣

* الضغط الانبساطى (أفقى) الضغط الانقباضى (رأسى)

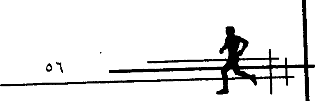
جدول رقم (٤)

تعديلات حجم الدم الانقباضى تبعًا للعمر

العمر بالسنوات	المقدار	العمر	المقدار	العمر	المقدار	العمر	المقدار
٨ _ ٩	+ ٧	٢٦ _ ٢٧	- ٤	٤٥	- ١٥	٦٣ _ ٦٤	٢٦ _
١٠	+ ٦	٢٨ _ ٢٩	- ٥	٤٦ _ ٤٧	- ١٦	٦٥	٢٧ _
١١ _ ١٢	+ ٥	٣٠	- ٦	٤٨ _ ٤٩	- ١٧	٦٦ _ ٦٧	٢٨ _
١٣ _ ١٤	+ ٤	٣١ _ ٣٢	- ٧	٥٠	- ١٨	٦٨ _ ٦٩	٢٩ _
١٥	+ ٣	٣٣ _ ٣٤	- ٨	٥١ _ ٥٢	- ١٩	٧٠	٣٠ _
١٦ _ ١٧	+ ٢	٣٥	- ٩	٥٣ _ ٥٤	- ٢٠	٧١ _ ٧٢	٣١ _
١٨ _ ١٩	+ ١	٣٦ _ ٣٧	- ١٠	٥٥	- ٢١	٧٣ _ ٧٤	٣٢ _
٢٠	صفر	٣٨ _ ٣٩	- ١١	٥٦ _ ٥٧	- ٢٢	٧٥	٣٣ _
٢١ _ ٢٢	- ١	٤٠	- ١٢	٥٨ _ ٥٩	- ٢٣		
٢٣ _ ٢٤	- ٢	٤١ _ ٤٢	- ١٣	٦٠	- ٢٤		
٢٥	- ٣	٤٣ _ ٤٤	- ١٤	٦١ _ ٦٢	- ٢٥		

د ـ معدل القلب لدى الرياضيين :

عند تحليل آلية القلب تظهر خاصية قلة نشاط العقدة السينية، وينعكس ذلك على تقليل معدل القلب وهو يعنى بطء القلب Bardycardia، ويتراوح معدل القلب لدى الأشخاص غير المدربين ما بين ٦٠ ـ ٨٩ ضربة/ دقيقة، وتعرف الزيادة المسجلة عن هذا بأنها زيادة معدل القلب Tachycardia . . ، وتظهر حالة زيادة معدل القلب هذه نتيجة اختلال نظام عمل القلب أثناء وقت الراحة البدنية وتبعًا للحالة النفسية، وكذلك فى حالة أمراض القلب.



وتلاحظ ظاهرة بطء القلب (معدل القلب أقل من ٦٠ نبضة/ دقيقة) في وقت الراحة لدى كثير من الرياضيين، وخاصة فى ظروف التمثيل الغذائى القاعدى (عندما يتم القياس بعد الاستيقاظ مباشرة والجسم فى وضع الرقود).

كما لوحظ ظاهرة بطء القلب لدى كثير من الرياضيين خلال جميع أوقات اليقظة (باستثناء أوقات المنافسة أو التدريب)، وأثبتت بعض الدراسات عدم ظهور هذه الظاهرة لدى بعض الرياضيين فى منتصف طرفى نهاية اليوم وذلك عند القياس فى الوضع الرأسى أو وضع الجلوس.

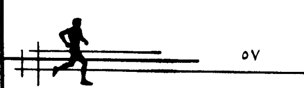
وقلة معدل القلب لدى الرياضيين تقتصر على استعمال عضلة القلب، وهذا له أهميته الصحية العالية. فبالنسبة للرياضى فإن مجموع ضربات القلب خلال الأيام الخالية من المباريات أو التدريب يقل بحوالى من ١٥ ٪ ـ ٢٥ ٪ بالمقارنة بغير الممارس للرياضة فى نفس العمر والجنس. كما ثبت أيضًا أنه فى أيام التدريب ذات الجهد العالى فإن معدل القلب يكون أقل مقارنة بغير الرياضيين.

وترتبط ظاهرة بطء القلب فى حدود معينة بطبيعة النشاط الرياضى. مثال على ذلك نلاحظ هذه الظاهرة بوضوح لدى الرياضيين الممارسين لرياضات التحمل كلاعبى الانزلاق، وجرى المسافات الطويلة والمتوسطة . . ، حيث يمكن أن يتراوح معدل القلب لديهم ما بين ٤٠ ـ ٥٠ ضربة/ دقيقة.

أما بالنسبة للرياضيين الذين يتدربون على رياضات تتطلب القوة المميزة بالسرعة، أو الأداء المهارى، أو التى تتطلب درجة عالية من التوافق العضلى العصبى فإن ظاهرة بطء القلب لا تظهر بدرجة واضحة . . . وهنا يظهر سؤال مهم؟

كيف تنمو ظاهرة بطء القلب لدى الرياضيين ؟

عندما تتأثر العقدة السينية للجهاز العصبى السمبثاوى والباراسمبثاوى لكى تتوالى نبضات كهربائية تؤدى إلى انقباض عضلة القلب. وكنتيجة للتدريب



الريـاضى المنتـظم فإن التـوازن بيـن التـحكـم السمبثـاوى والباراسمـبثاوى لنشـاط العقدة السينية يتغير لصالح العصب البـاراسمبثاوى ذى التأثير البطىء فتنمو ظاهرة بطء القلب.

وبالنسبة لعدم ظهور بطء القلب لدى الرياضـيين (خاصة الرياضيين المدربين على التحمل) فإن ذلك قد يرتبط بنظام التدريب الذى يتميز بكثرة استخدام أحمال ذات شدة عـالية فى عملـية التدريب .. ونتـيجة لمثل هذا الـنوع من التدريب ذى الشدة العـالية وكنتـيجة لتـراكم التعب لاتحدث عـملية الاستـشفاء الـكاملة لمعدل القلب، وعند ذلك لايمكن تجنب تأثيـر الجهاز العـصبى السمـبثاوى على مـعدل القلب وتظهر علامات ذلك بزيادة مـعدل القلب أثناء الراحة حيث يزيد عن ٨٠ - ٨٥ ضربة / دقيقة.

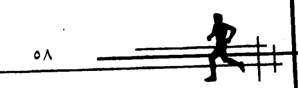
هـ - قياس معدل القلب Heart Rate Measurement :

١ - التوقيتات والأهمية :

يعتبر قياس معدل القلب من القـياسات الميدانية السهلة التى يمكن أن يقوم بها اللاعب نفـسه وكذلك المدرب. وعـادة ما يعطى قيـاس معدل القلب مـؤشرا للحالة التدريبـية للاعب ... كما يمكن إجـراء قياس معدل القلب فى توقـيتات مختلفة منها :

- عند الاستيقاظ فى الصباح الباكر ...
- خلال فترة الاستشفاء بعد أداء الحمل البدنى ..
- وأثناء أداء الحمل البدنى نفسـه للتعرف على كيفية وطبيعـة استجابة القلب للنشاط الرياضى.

ولعل ما يزيد من أهميـة هذا القياس فى المجال الرياضى هو ارتبـاط معدل القلب بكثـير من الوظائف الفسـيولوجـية الأخرى المهـمة والتى قد يـصعب على المدرب قياسها ميدانيًا (فى الملعب) ...، على سبيل المثال :



- يرتبط معدل القلب بمقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين . . . فكلما زاد معدل القلب كان ذلك دليلا على زيادة استهلاك الأكسجين.

- ويرتبط معدل القلب أيضا بكفاءة عمل أعضاء الجسم الداخلية مثل الكلى، حيث يقل سريان الدم عن الكلى حينما يصل معدل القلب إلى ١٤٠ ضربة/ دقيقة.

- كما يرتبط معدل القلب بمستوى العتبة الفارقة اللاهوائية والتى تكون فى حدود معدل ١٤٠ - ١٧٠ ضربة/ دقيقة.

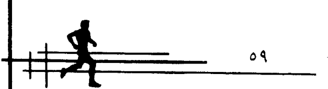
- وتحدد شدة الحمل البدنى أيضًا باستخدام درجات معينة من معدل القلب لتحديد مقدار شدة الحمل البدنى الملائمة والتدرج بها.

ونظرًا لهذه الأهمية التطبيقية لمعدل القلب نوضح فيما يلى بعض أساليب قياس معدل القلب لدى الرياضيين.

٢ - الفرق بين معدل القلب ومعدل النبض :

قد يحدث أحيانًا خلط بين استخدام مصطلح «معدل القلب Heart Rate» ومصطلح «معدل النبض Pulse Rate» . . ، ولتوضيح الفرق فإن معدل القلب هو العدد الحقيقى لضربات القلب خلال الدقيقة الواحدة، ويعبر عنه ضربة/دقيقة (beat per minute) . . ، أما معدل النبض فيقصد به الموجة التى يمكن الإحساس بها عندما تمر فى الشرايين القريبة من سطح الجلد، وهذه الموجة قادمة نتيجة موجة من القوة تندفع مع اندفاع الدم من البطين عند انقباض عضلة القلب وتنتشر فى جميع الشرايين بفضل مطاطية هذه الشرايين.

ويتطابق كل من «معدل القلب» و«معدل النبض» عادة، إلا فى حالة حدوث بعض حالات عدم انتظام إيقاع القلب Arrhythmia أو قصور فى الصمامات Valvular Defect . . ، وهذه الحالات تعوق عملية ضغط الدم الطبيعية من القلب إلى الشرايين.



٣ - طرق قياس معدل القلب :

يتم قياس معدل القلب باستخدام عدة طرق منها طريقة السمع Ausculation، وطريقة الجس Palpation . . .، أو طريقة تسجيل رسم القلب الكهربائى ECG .

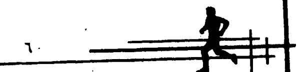
أ - قياس معدل القلب بطريقة السمع Ausculation :

تستخدم السماعة الطبية Stethoscope فى هذه الطريقة، وفى هذه الحالة يراعى قبل استخدامها تنظيف الجزء الذى يوضع فى الأذن باستخدام إسفنجة بها كحول، ثم توضع السماعة فى الأذن بحيث تكون بزاوية تشير فيها إلى الأمام فى الأذينين، حيث يتم توجيه الصوت الوارد من خلال السماعة إلى قنوات الأذن. وإذا كان الوضع فى زاوية عكسية فسيكون هناك صعوبة فى السمع.

ويتم وضع طرف السماعة فوق أنسب نقطة على الصدر لسماع صوت القلب، وهى عادة ما تكون فوق المسافة الثالثة بين الأضلاع فى الجهة اليسرى، وقد يصعب سماع صوت القلب خلال الراحة إلا أن ذلك يكون أسهل عند أداء الحمل البدنى.

يصدر القلب مع كل ضربة من ضرباته صوتين وخاصة عند أداء المجهود البدنى العنيف . . .، ويكون الصوتين «ليوب»، «ديوب» Lub - Dub . . .، وفى بعض الأشخاص يمكن أن يكون الصوت الثانى للقلب مرتفعًا لدرجة أن الفاحص قد يقوم بعد صوت ضربة القلب الكاملة بعد صوتين. ويتم عد الأصوات الصادرة من القلب لفترة ١٠ ثوان، أو ١٥ ثانية، أو ٣٠ ثانية، أو ٦٠ ثانية.

ويلاحظ أن قياس معدل القلب يحتاج إلى قدر من الدقة، لذا عند التدريب على ذلك يفضل أن يتم بأن يقوم ثلاثة أشخاص أو شخصان بالقياس فى نفس الوقت باستخدام طرق مختلفة مثل السمع أو الجس. وتتم مقارنة نتائج القياس بين الفاحصين، وفى هذه الحالة يجب ألا يزيد الفرق عن ضربة أو ضربتين فى الدقيقة، كما يمكن استخدام جهاز رسم القلب كذلك للتأكد من دقة القياس عند تعلم قياس معدل القلب.



ب ـ قياس معدل القلب بطريقة الجس Paplation .

يتم قياس معدل القلب عن طريق جس النبض على الشرايين التالية :

* **الشريان العضدى Barchial Artery :**

ويوجد على السطح الداخلى للعضد خلف العضلة ذات الرأسين العضدية وأسفل الإبط .

* **الشريان السباتى Carotid Artery :**

ويوجد بالرقبة (العنق) على جانب الحنجرة .

* **الشريان الكعبرى Radial Artery :**

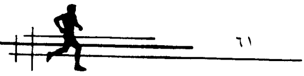
ويوجد على الجانب الوحشى للساعد وعلى خط مستقيم مع الإبهام .

* **الشريان الصدغى Temporal Artery :**

ويوجد على طول الخط الشعرى للرأس من الجهة الصدغية .

وعادة ما يستخدم قياس النبض بالجس على الشريان الكعبرى أو السباتى، ويزداد استخدام الشريان السباتى بصفة خاصة عند أداء الحمل البدنى، ويراعى استخدام الأصبع الأوسط أو السبابة عند الجس مع عدم استخدام الإبهام، حيث إن الإبهام به نبض خاص قد يؤدى إلى عدم دقة القياس .

كما يراعى عدم الضغط بقوة على الشريان السباتى، حيث إن ذلك يسبب رد فعل يظهر على شكل يبطئ معدل النبض، وفى حالة اتصال اللاعب بوسيلة أو جهاز لجمع الغازات أثناء الحمل البدنى فإن القياس على الشريان السباتى قد يواجه بصعوبة نتيجة التوتر فى عضلات الرقبة نتيجة مسك الفم للمبسم الخاص بجهاز جمع هواء الزفير . . .، وكذلك الأمر عند أداء أحمال بدنية على الدراجة الثابتة (الأرجوميتر) حيث يلاحظ أن هناك صعوبة فى الإحساس بالنبض فى الشريان الكعبرى، ويرجع ذلك إلى زيادة التوتر العضلى فى القبضة والساعد . لذا وفى مثل هذه الحالات يمكن استخدام الشريان الصدغى أو الشريان العضدى .



جـ - قياس معدل القلب بطريقة العد :

تستخدم ساعة إيقاف، ويتم تشغيل الساعة مع العد فى نفس الوقت لمدة ٦ ثوان، أو ١٠ ثوان، أو ١٥ ثانية، أو ٣٠ ثانية، أو ٦٠ ثانية. والطريقة الثانية هى قياس الزمن الذى يتم فيه عد ٣٠ نبضة ثم يستخرج معدل النبض بالمعادلة التالية :

$$\text{معدل النبض} = \frac{١٨٠٠}{\text{زمن ٣٠ نبضة بالثانية}}$$

وبناء على هذه المعادلة أمكن عمل الجدول رقم (٥) لتسهيل عمليات الحساب، حيث يوضح نتائج تحويل ٣٠ نبضة إلى معدل القلب فى الدقيقة.

جدول رقم (٥)

تحويل زمن ٣٠ نبضة إلى معدل القلب فى الدقيقة

زمن ٣٠ نبضة (ثانية)	معدل القلب (ضربة/ق)	زمن ٣٠ نبضة (ثانية)	معدل القلب (ضربة/ق)
٣٦,٠	٥٠	٢٢,٠	٨٢
٣٥,٥	٥١	٢١,٥	٨٤
٣٥,٠	٥١	٢١,٠	٨٦
٣٤,٥	٥٢	١٩,٥	٩٢
٣٤,٠	٥٣	١٩,٠	٩٥
٣٣,٥	٥٤	١٨,٥	٩٧
٣٣,٠	٥٤	١٨,٠	١٠٠
٣٢,٥	٥٥	١٧,٥	١٠٣
٣٢,٠	٥٦	١٧,٠	١٠٦
٣١,٥	٥٧	١٦,٥	١٠٩
٣١,٠	٥٨	١٦,٠	١١٣
٣٠,٥	٥٩	١٥,٥	١١٦
٣٠,٠	٦٠	١٥,٠	١٢٠
٢٩,٥	٦١	١٤,٥	١٢٤
٢٩,٠	٦٢	١٤,٠	١٢٩
٢٨,٥	٦٣	١٣,٥	١٣٣

تابع جدول رقم (٥)

زمن ٣ نبضة (ثانية)	معدل القلب (ضربة/ق)	زمن ٣ نبضة (ثانية)	معدل القلب (ضربة/ق)
٢٨,٠	٦٤	١٣,٠	١٣٨
٢٧,٥	٦٥	١٢,٥	١٤٤
٢٧,٠	٦٧	١٢,٠	١٥٠
٢٦,٥	٦٨	١١,٥	١٥٧
٢٦,٠	٦٩	١١,٠	١٦٤
٢٥,٥	٧١	١٠,٥	١٧١
٢٥,٠	٧٢	١٠,٠	١٨٠
٢٤,٥	٧٣	٩,٥	١٨٩
٢٤,٠	٧٥	٩,٠	٢٠٠
٢٣,٥	٧٧	٨,٥	٢١٢
٢٣,٠	٧٨	٨,٠	٢٢٥
٢٢,٥	٨٠		

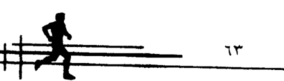
د ـ قياس معدل القلب باستخدام رسم القلب الكهربائى ECG :

يتم استخدام رسم القلب الكهربائى من خلال حساب معدل القلب للمسافة بين أربع ضربات متتالية (مراحل R - R) باستخدام مسطرة ملّيمترية، ويتم تحويل هذه المسافة المقاسة بالملّيمتر إلى معدل ضربات القلب فى الدقيقة بعد معرفة سرعة سريان شريط التسجيل وهى عادة ما تكون ٢٥ ملّيمتر / ثانية.

وعند قياس معدل القلب أثناء الراحة يجب ملاحظة أن هناك عوامل كثيرة تؤثر على معدل القلب منها : درجة الحرارة، القلق، التوتر، الغذاء، التدخين، تناول الشاى والقهوة، الوقت الذى يتم فيه القياس خلال اليوم، وكذلك وضع الجسم أثناء القياس.

٤ ـ مستويات معدل القلب :

يتراوح متوسط معدل القلب ما بين ٦٠ ـ ٨٠ ضربة/دقيقة فى حالة الراحة، ويزيد عن ذلك بحوالى ٧ ـ ١ ضربات لدى الإناث. وقد أمكن تسجيل



معدل القلب لدى رياضيى المستويات العـالية فى أنشطة التحمل endurance فوجد أنها تصل فى الراحة إلى ٢٨ ـ ٤٠ ضربة/دقيقة، بينما قد يصل معدل القلب لدى غيـر الرياضيين أو الذين لديهم انخـفاض فى مستـوى حالتهم البدنيـة إلى حوالى ١٠٠ ضربة/دقيقة (لاتزيد عن ١٠٠ ضربة/دقـيقة). هذا ويجب مراعاة أن معدل القلب يقل فى وضع الرقـود على الظهر عنه فى وضع الجـلوس أو الوقوف . . ، هذا ويمكن الاسترشاد بالمستويات التالية للحكم على معدل القلب :

* أقل من ٦٠ ضربة / دقيقة : يعتبر معدلا بطيئا Bradycardia .

* من ٦٠ ـ ١٠٠ ضربة / دقيقة : يعتبر معدلا عاديا.

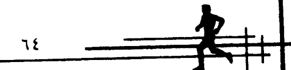
* أكثر من ١٠٠ ضربة / دقيقة : يعتبر معدلا سريعا Tachycardia .

و ـ قياس ضغط الدم Blood Pressure Measurement :

يعتـبر ضغط الدم فى الشـرايين أحد المؤشرات الهـامة لحالة الجـهاز الدورى الوظيفـية، ويرجع ذلك لأن مـقدار ضغط الدم يتـحدد بناء على عـدة عوامل من أهمها العـلاقة بين دفع القلب للدم إلى الشرايين والمقاومـة التى تواجه سريان الدم فى هذه الشرايين. وفى الحالات العـادية لدفع القلب للدم إلى الشرايين ومنها إلى الشريانات ثم الشعـيرات الدموية فإن ضغط الدم يكون عادة فى المسـتوى العادى، وفى حالة عدم سـلامة هذه العلاقة فإن مـستوى ضغط الدم لايكون طبيـعيًا . . ، بمعنى إما أن يكون ضغط الدم مرتفعًا أو منخفضًا.

وتشيـر نتائج الدراسـات الحديثة إلـى أن ضغط الدم لدى الرياضيـين يكون طبيـعيًا إذا تـراوح ما بيـن ١٠٥ إلى ١٢٩ مم زئبق للضـغط الانقباضى ومـا بيـن ٦٠ ـ ٨٩ مم زئبق للضغط الانبساطى.

وتعتبـر الطريقة المباشرة لقـياس ضغط الدم direct method من أدق طـرق قياس ضغط الدم، وفيها يتم إدخـال إبرة خاصة إلى الشريان وتحديد ضغط الدم، إلا أن هذه الطريقة لاتستـخدم إلا فى التجارب العلمية الدقـيقة . . ، وهناك طرق أخرى غير مـباشرة indirect methods أكثـرها دقة طريقة التـسمع Ausculatory method . . ، وهى الطريقة الأكـثر شيـوعًا فى المستـشفيـات والعيادات الطبـية.

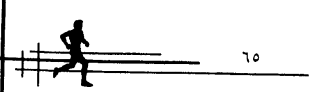


وتعتمد هذه الطريقة على استخدام جهاز ضغط الدم Sphygmomanometer وسماعة الطبيب Stethoscope. وتعتمد عملية القياس على رفع ضغط الهواء داخل الكيس الذى يلف حول العضد، ونتيجة لهذا الضغط يغلق الشريان، ويتم تتبع سماع صوت النبض بالسماعة الطبية، يتم بعد ذلك فتح صمام الهواء للمضخة لإخراج الهواء تدريجيًا، وبذلك ينخفض ضغط الهواء الواقع على الشريان، وعندما يصبح الضغط عند مستوى معين يسمح بقوة انقباض عضلة القلب وضغط الدم أن يفوق قوة ضغط الهواء يسمع صوت القلب. عند ذلك يلاحظ على المؤشر مستوى الضغط الذى سمع أول صوت للقلب عنده وهو الضغط الأقصى أو ما يسمى بالضغط الانقباضى أو السيستولى Systolic Blood Pressure ويستمر انخفاض ضغط الهواء مع زيادة صوت القلب حتى الوصول إلى النقطة التى يكون فيها الضغط فى الشريان عند نهاية انبساط عضلة القلب . .، وعند هذا المستوى يلاحظ تغير فى سماع صوت القلب، وفى النهاية يختفى صوت القلب تمامًا عندما يقل ضغط الهواء بما لايسمح له بالتأثير على سريان الدم فى الشريان، ويتميز تحديد الضغط الانبساطى Diastolic B. P. ببعض الصعوبة نظرًا لاختلاف المعايير المستخدمة لذلك.

ويجب ملاحظة أن تغيرات صوت القلب التى يتم سماعها عند قياس ضغط الدم تمر بخمس مراحل هى :

* **المرحلة الأولى :** عند بدء ظهور صوت القلب عند تحديد الضغط الانقباضى . .
* **المرحلتان الثانية والثالثة :** أثناء انخفاض ضغط الهواء . .
* **المرحلتان الرابعة والخامسة :** تصاحب تحديد الضغط الانبساطى والذى يعتمد على اختفاء صوت القلب.

فى المرحلة الرابعة يمر بعض الدم فى بداية الانبساط Diastole ثم تحدث المرحلة الخامسة باختفاء الصوت تمامًا.



ومن المهم فى هذه الحالة تحديد أى المراحل تستخدم لتحديد الضغط الانبساطى، حيث إن المرحلة الخامسة فى الضغط الانبساطى تكون أكثر انخفاضا من المرحلة الرابعة، وأثناء أداء التمرينات ذات الطبيعة الإيقاعية فإن مستوى المرحلة الرابعة لايتغير عنه أثناء الراحة، وكذلك عند أداء الأحمال البدنية المختلفة.

أما المرحلة الخامسة فإنها تميل إلى الانخفاض مع زيادة الحمل البدنى نتيجة لانخفاض المقاومة الخارجية لسريان الدم فى الشعيرات الدموية . . .، وقد تصل لدى بعض الأفراد أثناء أداء الأنشطة البدنية العنيفة إلى مستوى الصفر (Ploock et al., 1978).

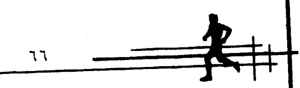
وعند إجراء قياس ضغط الدم تتبع الخطوات التالية :

١ - إعداد الشخص قبل القياس حيث يكون فى حالة هادئة لمدة لاتقل عن خمس دقائق. وعند القياس يجلس الفرد الذى يتم عليه القياس ويضع المرفق فى وضع مريح مع بسطه قليلا.

٢ - لف الكيس المطاط للجهاز حول العضد وبمستوى القلب، مع ملاحظة أن يكون الشخص فى حالة استرخاء، وعند إجراء القياس أثناء أداء الاختبارات البدنية يوضع فوق الكيس المطاط حلقة من المطاط لتثبيته أثناء العمل البدنى.

٣ - تحدد نقطة مرور الشريان العضدى فوق مفصل المرفق، وعادة تكون هذه النقطة فى الجزء الأسفل المتوسط لعظم العضد، وعند تحديدها يمكن وضع علامة عليها بواسطة القلم. وتعتبر القدرة على سرعة تحديد هذه النقطة من العوامل المهمة والمساعدة فى الحصول على نتائج دقيقة، حيث إن عدم القدرة على وضع السماعة الطبية فوق هذه النقطة يقلل من إمكانية سماع صوت القلب.

٤ - رفع ضغط الهواء فى داخل الكيس المطاط حتى يصل إلى مستوى ١٨٠ مم زئبق عند القياس فى حالة الراحة، أما أثناء التدريب البدنى فيتم رفع مستوى الضغط حتى ٢٠٠ أو ٢٢٠ مم زئبق، ويتم وضع السماعة الطبية فوق النقطة السابق تحديدها فى الخطوة السابقة.



٥ ـ إخراج الهواء وتقليل الضغط ببطء بمعدل ٢ ـ ٣ مم زئبق فى الثانية، أو لكل نبضة للقلب مع سماع أول صوت للقلب الذى يسمى صوت كورتكوف Korotkoff Sound، ويحدث هذا الصوت نتيجة لاندفاع الدم فجأة عند فتح الشريان وينسب إلى الضغط الانقباضى Systolic Pressure، وتعتبر هذه اللحظة هى المرحلة الأولى لتغيرات صوت القلب.

٦ ـ يستمر انخفاض ضغط الهواء ويلاحظ صوت القلب عندما يبلغ المرحلة الرابعة، ويصبح الصوت مكتوما muffled، وفى المرحلة الخامسة عندما يختفى الصوت تمامًا. ويفضل أن يتم تسجيل الصوت فى كل من المرحلة الرابعة والخامسة.

وقد حدد مورهاوس (Morehouse, 1972) بعض مصادر الخطأ فى قياس ضغط الدم التى يجب تجنبها وهى :

١ ـ عدم دقة جهاز الضغط.

٢ ـ عدم ملاءمة حجم الكيس المطاط من حيث العرض والطول.

٣ ـ عدم دقة سماع الفاحص.

٤ ـ مقدار تغير وضع الكيس المطاط حول العضد.

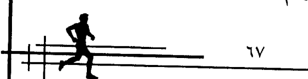
٥ ـ قلة خبرة الفاحص.

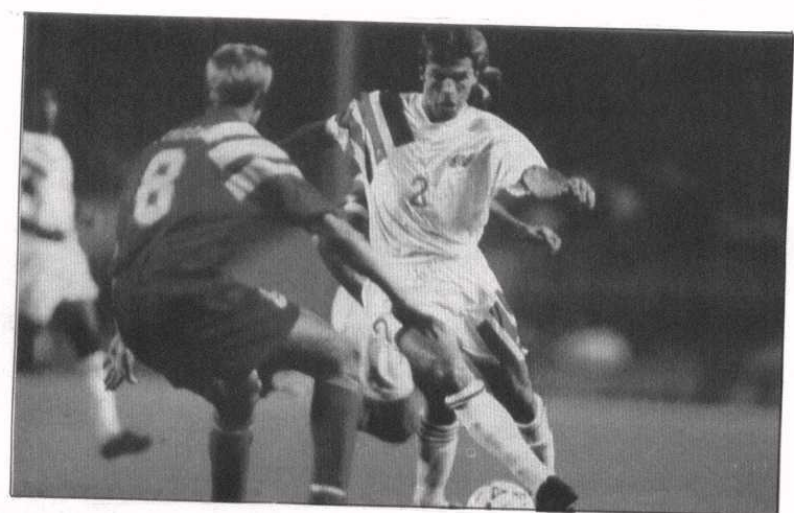
٦ ـ ضعف رد فعل الفاحص.

٧ ـ خطأ وضع السماعة الطبية ومقدار ضغطها.

٨ ـ الضوضاء المحيطة.

وعادة ما يكون مستوى ضغط الدم لدى الرياضيين مساويًا للمستويات الطبيعية، إلا أنه فى بعض الأحيان يلاحظ بعض حالات ارتفاع ضغط الدم تبعًا لنوع النشاط الرياضى (فولنوف) حيث تزداد نسبة حالات الارتفاع فى ضغط الدم لدى لاعبى رفع الأثقال يليهم لاعبو كرة القدم . . .، وأقلهم لاعبو الجمباز والسباحة، (انظر الشكل رقم ٨، والشكل رقم ٩).





شكل رقم (٨)
لاعب كرة القدم..، ضغط دم مرتفع

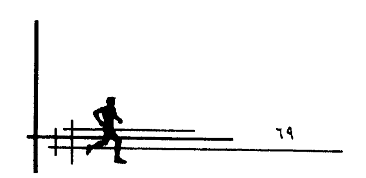


«وضع البدء»
فريق أمريكا في سباق
٤ × ١٠٠م تتابع..،
طوكيو ١٩٦٧
شكل رقم (٩)
لاعب السباحة ـ ضغط
دم منخفض

وقد يرجع ارتفاع ضغط الدم لدى الريضايين إلى أحد الأسباب التالية:

- بداية الإصابة بمرض ارتفاع ضغط الدم . .
- مرض بعض أعضاء الجسم الداخلية . .
- سوء تخطيط حمل التدريب الفردى للرياضى . .
- زيادة حمل التدريب . .
- الإجهاد . .
- زيادة التوترات النفسية.

أمـا ارتفاع ضـغط الدم بعد أداء المجـهود البـدنى مبـاشرة فـيعـتبـر ظاهرة فسيولوجية طبيعية.



وقد كـان من المعتـقد قـديمًا ـ وهذا خطأ ـ أن انخـفاض ضـغط الدم لدى الرياضيـين يعتبر مؤشـرًا لارتفاع مستـوى الحالة التدريبيـة، ولكن خلال السنوات الأخيـرة تغيرت هذه النظرة بناء على تحليل كـثير من الحـالات، وأصبح ينظر إلى انخفاض ضغط الدم كظاهرة مرضية.

وفي حالات لا تتعدى ٣٣٪ فقط يمكن أن يكون سبب انخفاض ضغط الدم فسيولوجيًا وليس مرضًا. إلا أن النسبة الغالبة ترجع سبب انخفاض ضغط الدم إلى البؤرة الالتهابية المزمنة أو الإجهاد وغيرها . . ، ويرتبط تكرار ظهور حالة انخفاض ضغط الدم تبعًا لاختلاف نوعية التخصص الرياضى.

والجدول رقم (٦) يوضح النسبة المئوية لحالات ارتفاع وانخفاض ضغط الدم تبعًا لاختلاف الأنشطة الرياضية.

كما يوضح الجدول رقـم (٧) مستويات ضغط الدم للرجال والسـيدات غير الرياضيين.

(٥) قياس وتقويم كفاءة الجهاز الدورى

أولا ـ الاختبارات الوظيفية للجهاز الدورى :

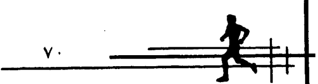
١ ـ مدخل :

لم يحظَ أى جـهاز من أجهـزة الجسم بنفس الـقدر من الاهتمـام الذى ناله الجهاز الدورى؛ وذلك من حيث كثرة الاختبـارات المعملية والميدانية التى استهدفت قياس كفاءة هذا الجهاز الحيوى الهام.

وتختلف هذه الاختبارات تبعًا لطريقـة الأداء والأجهزة والأدوات المستخدمة فى عملية القياس، وكذلك درجة الصعوبة فى تنفيذ الاختبارات.

وفيمـا يلى نستعرض بعض الاخـتبارات والقياسـات الشائعة لقيـاس كفاءة الجهاز الدورى . . ، وهى تشمل اتجاهين هما :

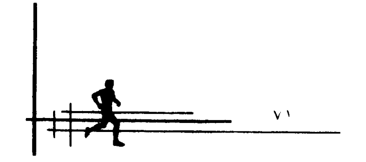
١ ـ مجموعة الاخـتبارات الوظيفية . . ، وهى نوعية من الاختـبارات تعتمد على البيانات الخام المستخلصـة بشكل مباشر من النبض وضغط الدم. . . ، وتفسير المؤشرات الفسيولوجية خلال عملية استعادة الشفاء.



جدول رقم (٦)

حالات ارتفاع وانخفاض ضغط الدم لدى الرياضيين تبعا لاختلاف الأنشطة الرياضية

ارتفاع ضغط الدم		انخفاض ضغط الدم	
نوع الرياضة	٪	نوع الرياضة	
رفع الأثقال	٢١.٢	الجمباز	٣ .
كرة القدم	١٦.٦	ألعاب القوى	٢٥,٦
الكرة الطائرة	١٥.٦	التنس	٢٢,
الرقص على الجليد	١٤,٢	السلاح	١٩.
التجديف	١٣,٦	الفروسية	١٦,٧
المصارعة	١٢,٦	الرماية	١٤,٨
الانزلاق	١١,٦	رفع الأثقال	١٢,٧
ألعاب القوى	١ ,٦	الدراجات	١٢,٢
الدراجات	٩,٧	الكرة الطائرة	٨,٦
الملاكمة	٩,٦	كرة القدم الأمريكية	٧,٥
كرة السلة	٩,٥	الهوكى	٧,٥
السباحة	٩,١		
الجمباز	٨,٤		

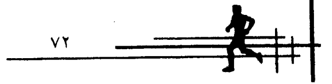


جدول رقم (٧)

مستويات ضغط الدم للرجال والسيدات (غير الرياضيين)

السن	الانقباضى			الانبساطى		
	المدى الطبيعى	المتوسط	الحد الأدنى لارتفاع ضغط الدم	المدى الطبيعى	المتوسط	الحد الأدنى لارتفاع ضغط الدم
السن	الرجال			الرجال		
١٦	١٠٥ _ ١٣٥	١١٨	١٤٥	٦٠ _ ٨٦	٧٣	٩٠
١٧	١٠٥ _ ١٣٥	١٢١	١٤٥	٦٠ _ ٨٦	٧٤	٩٠
١٨	١٠٥ _ ١٣٥	١٢٠	١٤٥	٦٠ _ ٨٦	٧٤	٩٠
١٩	١٠٥ _ ١٤٠	١٢٢	١٥٠	٦٠ _ ٨٨	٧٥	٩٥
٢٠ _ ٢٤	١٠٥ _ ١٤٠	١٢٣	١٥٠	٦٢ _ ٨٨	٧٦	٩٥
٢٥ _ ٢٩	١٠٨ _ ١٤٠	١٢٥	١٥٠	٦٥ _ ٩٠	٧٨	٩٦
٣٠ _ ٣٤	١١٠ _ ١٤٥	١٢٦	١٥٥	٦٨ _ ٩٢	٧٩	٩٨
٣٥ _ ٣٩	١١٠ _ ١٤٥	١٢٧	١٦٠	٦٨ _ ٩٢	٨٠	١٠٠
٤٠ _ ٤٤	١١٠ _ ١٥٠	١٢٩	١٦٥	٧٠ _ ٩٤	٨١	١٠٠
٥٠ _ ٥٤	١١٥ _ ١٦٠	١٣٥	١٧٥	٧٠ _ ٩٨	٨٣	١٠٦
٥٥ _ ٥٩	١١٥ _ ١٦٥	١٣٨	١٨٠	٧٠ _ ٩٨	٨٤	١٠٨
٦٠ _ ٦٤	١١٥ _ ١٧٠	١٤٢	١٩٠	٧٠ _ ١٠٠	٨٥	١١٠
السن	السيدات			السيدات		
١٦	١٠٠ _ ١٣٠	١١٦	١٤٠	٦٠ _ ٨٥	٧٢	٩٠
١٧	١٠٠ _ ١٣٠	١١٦	١٤٠	٦٠ _ ٨٥	٧٢	٩٠
١٨	١٠٠ _ ١٣٠	١١٦	١٤٠	٦٠ _ ٨٥	٧٢	٩٠
١٩	١٠٠ _ ١٣٠	١١٥	١٤٠	٦٠ _ ٨٥	٧١	٩٠
٢٠ _ ٢٤	١٠٠ _ ١٣٠	١١٦	١٤٠	٦٠ _ ٨٥	٧٢	٩٠
٢٥ _ ٢٩	١٠٢ _ ١٣٠	١١٧	١٤٠	٦٠ _ ٨٦	٧٤	٩٢
٣٠ _ ٣٤	١٠٢ _ ١٣٥	١٢٠	١٤٥	٦٠ _ ٨٨	٧٥	٩٥
٣٥ _ ٣٩	١٠٥ _ ١٤٠	١٤٢	١٥٠	٦٥ _ ٩٠	٧٨	٩٨
٤٠ _ ٤٤	١٠٥ _ ١٥٠	١٢٧	١٦٥	٦٥ _ ٩٢	٨٠	١٠٠
٤٥ _ ٤٩	١٠٥ _ ١٥١	١٣١	١٧٥	٦٥ _ ٩٦	٨٢	١٠٥
٥٠ _ ٥٤	١١٠ _ ١٦٥	١٣٧	١٨٠	٧٠ _ ١٠٠	٨٤	١٠٨
٥٥ _ ٥٩	١١٠ _ ١٧٠	١٣٩	١٨٥	٧٠ _ ١٠٠	٨٤	١٠٨
٦٠ _ ٦٤	١١٥ _ ١٧٥	١٤٤	١٩٠	٧٠ _ ١٠٠	٨٥	١١٠

(*) Reprinted with permission from El: lally and Company. Indianapdis, Indiana for :
Russell. G. K., (1978) : Laboratry Investigations in Human Physiology, Macmillan Publishing Co., Inc., New York. p. 50.



٢ ـ مجموعة الاختبارات الميدانية التى يمكن أن يستخدمها المدرب الرياضى أو مدرس التربية الرياضية وهى لا تتطلب تفسيرات إضافية للنتائج، حيث تعتمد على مستويات Standards ومعايير Norms مقننة Standardizition يسهل معها على المدرب والمدرس والمهتم إجراء مقارنات سليمة بين الممارسين والرياضيين دون حاجة إلى التفسيرات الفسيولوجية التى تقوم عليها هذه الاختبارات.

٢ ـ ماهية الاختبارات الوظيفية للجهاز الدورى وأنواعها :

نستعرض فى هذا الجزء من الكتاب مدى إمكانية استخدام بعض الاختبارات الوظيفية التى تعتمد على قياسات معدل النبض وضغط الدم خلال فترة الراحة وكذلك بعد الحمل البدنى المقنن . . .، مع بعض التفسيرات العلمية للتغيرات التى تحدث على هذين المؤشرين خلال فترة الاستشفاء . . . وهى تفسيرات لها قيمة كبيرة فى تفسير الحالة الوظيفية للرياضيين.

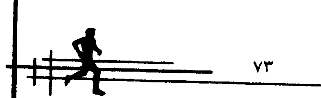
وتستخدم تغيرات معدل القلب ومستوى ضغط الدم بعد الحمل البدنى للحكم على مدى تكيف الجهاز الدورى لأداء الحمل البدنى المعين، وبهذا يستطيع المدرب وضع الجرعات التدريبية الملائمة لكل لاعب.

وهناك اختبارات وظيفية عديدة يمكن استخدامها لاختبار حالة الجهاز الدورى لدى الرياضيين، ويشترط فيها أن تكون مقننة ومحددة بدقة . . .، هذا ويمكن تصنيف هذه الاختبارات إلى ثلاث مجموعات هى :

أ ـ اختبارات الحمل البدنى المقنن : وتتضمن أداء أحمال بدنية مقننة مثل :

- ثنى الركبتين كاملا من وضع الوقوف ٢٠ مرة خلال ٣٠ ثانية.
- جرى فى المكان لمدة دقيقتين بسرعة ١٨٠ خطوة فى الدقيقة.
- ثلاث دقائق جرى فى المكان بسرعة ١٨٠ خطوة فى الدقيقة.
- ١٥ ثانية جرى فى المكان بأقصى سرعة.

وهناك أيضًا اختبارات ثنائية وثلاثية الحمل بالإضافة إلى اختبارات الدراجة الثابتة (الأرجوميتر) واختبار الخطو وغيرها.



ب - اختبارات مع تغييـر البيئة المحيطة : وتشمل هذه الاختـبارات نوعا من التدخل الصناعى لتـغيير البـيئة التى يتم فيـها أداء الاختبـار وذلك عن طريق مزج هواء التنفس بزيادة أو نقص مكونات الهواء الجوى (نسبة الأكسچين أو ثانى أكسيد الكربون) عن طريق كتم النفس، والتواجد فى أجواء مختلفة الضغوط.

وتشمل أيضًا هذه المجمـوعة الاختبارات التى تستخدم فيـها تأثيرت حرارية مختلفة مثل البرودة والتدفئة.

جـ - اختبارات العقاقير : وتشمل هذه الاختبارات دراسـة أثر أنواع مختلفة من العقاقير على الجهاز الدورى والتى يمكن حقنها.

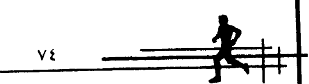
وبالإضافة إلى الاختـبارات السابقة هناك أيضًا اختـبارات أخرى تختلف عن المجموعات التى تم عرضها فى كونها لها صفة الخصوصية لنوع معين من الأنشطة الرياضة مـثل الملاكمـة والتجـديف بجهاز خـاص . . . وفيـما يلى تفـاصيل هذه الاختبارات.

٣ - قياس النبض والضغط فى الراحة وبعد الحمل البدنى :

لتحقـيق ذلك يستخدم أحـد أنواع الحمل البدنى المقنن سابقـة الذكر، ويعد لذلك أدوات القياس التالية :

- جهاز قياس ضغط الدم.
- سماعة طبية.
- ساعة إيقاف لقياس معدل النبض.
- جهاز مترونوم لضبط توقيت الحركة أثناء أداء الحمل البدنى.
- وسـيلة لأداء الحمل البـدنى (جـهاز الدراجـة الثابـتة، صندوق لاخـتبـار الخطو).
- بطاقة للتسجيل.

قبل أداء الاختبار يجب تسجيل البيانات الشـخصية للمختبر على أن تشتمل إحساس المختـبر بحالته، والأمراض السابقة، أو بيـانات عن الحالة الرياضية . ،



وبدون هذه البيانات لايمكن الحصول على تقويم سليم للبيانات التى يمكن الوصول إليها.

أ ـ قياس معدل النبض وضغط الدم أثناء الراحة :

يحسب النبض من على الشريان الكعبرى Arterial Radialis لمدة عشر ثوان، ويكرر ذلك عدة مرات، ويحدد معدل النبض فى الدقيقة بضرب عدد النبضات المقاس فى عشر ثوانى × ٦.

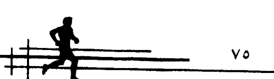
يوصف معدل النبض بالانضباط الإيقاعى (الاستقرار) عندما لايختلف معدل النبض فى كل مرة قياس (خلال عشر ثوان) عن نبضة واحدة. أما إذا اختلف معدل قياس النبض فى كل مرة قياس عن نبضة واحدة فإن هذا يعنى أن المختبر لم يصل إلى الإيقاع المنشود. كأن يكون فى أربع مرات قياس كل منها عشر ثوان ٩، ١٢، ١٠، ٨ نبضة.

وإلى جانب قياس معدل النبض تستخدم قياسات ضغط الدم، وعند إجراء قياسات ضغط الدم المبدئية يراعى أن القياس على كلا الذراعين، حيث قد يختلف الضغط فى كل منهما بسبب عدم تساوى انتشار الأوعية الشريانية. فإذا اختلف ناتج القياس فى ذراع عن الأخرى بأكثر من ١٠ مم/زئبق يراعى عند تكرار القياس أن يكون على الذراع الذى سجل قيمة أكبر فى ضغط الدم، هذا وتسجل أرقام الضغط الانقباضى والضغط الانبساطى بهذه الطريقة (١٢٠/ ٧٠ مم/زئبق) سواء كان للذراع الأيمن أو الأيسر ...، حيث تمثل ١٢٠ ضغط الدم الانقباضى، ٧٠ ضغط الدم الانبساطى.

هذا ويجب تدريب القائمين بالقياس على سرعة قياس معدل النبض فى عشر ثوان، على أن يخصص باقى الدقيقة لقياس ضغط الدم.

ب ـ أداء الحمل البدنى وقياس معدل النبض والضغط خلال فترة الاستشفاء :

بعد قياس معدل النبض والضغط فى الراحة يقوم المختبر بأداء أى حمل بدنى مقنن (كما سبق ذكره)، ويقرر هذا الحمل البدنى تبعًا لحالة المختبر الصحية وإمكاناته الوظيفية.



وينصح بالنسبة للرياضيين المبتدئين أو العائدين من أجازات مرضية استخدام حمل بدنى ذى فترة أداء واحدة، مثل ثنى الركبتين مع رفع الذراعين أماما لمدة ٣٠ ثانية متصلة، أو الجرى فى المكان لمدة دقيقتين بسرعة ١٨٠ خطوة/ دقيقة، أو اختبار الخطو.

هذا ويجب مراعاة تقنين الإيقاع الحركى للأداء، وكذلك المواصفات الفنية للأداء الحركى نفسه . . ، فمثلا ثنى الركبتين خلال ٣٠ ثانية يجب أن يكون الثنى كاملا، وأن تمد الذراعان أمامًا للتوازن مع ثنى الركبتين.

وبالنسبة للجرى فى المكان لمدة دقيقتين بسرعة ١٨٠ خطوة/ دقيقة يجب استخدام جهاز ضبط التوقيت (المترونوم) لتنظيم سرعة الجرى، ويجب ثنى الفخذين حتى زاوية ٧٠ درجة، والركبة مع الفخذ فى زاوية من ٤٥ ـ ٥٠ درجة، وأن يكون هناك حرية فى حركة الذراعين كما هو الحال فى وضع الجرى العادى.

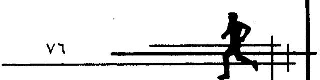
وبالنسبة لاختبار الخطو يجب تقنين الحمل عن طريق مقدار ارتفاع الصندوق، وسرعة الصعود والهبوط فوق الصندوق، مع استخدام جهاز المترونوم لتحقيق ذلك.

بعد الانتهاء من الأداء مباشرة يتم قياس معدل النبض فى أول عشر ثوانى، وفى باقى الدقيقة (٥٠ ثانية) يتم قياس الضغط. . . ، ويكرر ذلك كل دقيقة لمدة خمس دقائق (خمس قياسات) مع تسجيل النتائج فى البطاقة المعدة لذلك.

والاستمارة الواردة فى الشكل رقم (١٠) توضح نموذجا لبطاقة التسجيل موضحاً عليها مثال لقياسات معدل النبض وضغط الدم.

٤ ــ تقويم نتائج القياس :

تحدث تغيرات فى وظائف الجهاز الدورى نتيجة لأداء الحمل البدنى، ويجب على الدارس أن يكون لديه إمكانية تقدير وتقويم هذه الوظائف عن طريق مقارنة النتائج بالقياسات القبلية لحالة الجهاز الدورى.



استمارة تسجيل
معدل النبض والضغط خلال فترة الاستشفاء

❊ الاسم : .... النادى : ....

❊ تاريخ الميلاد : .... عدد سنوات الممارسة : ....

❊ الطول : .... سم. الوزن : .... كجم.

❊ التاريخ المرضى : ....

....

....

❊ نوع الرياضة التخصصية : ....

❊ تاريخ القياس : ....

القياسات	فترة الاستشفاء بالدقيقة				
	١	٢	٣	٤	٥
معدل النبض فى ١٠ ثوانى	٢	١٦	١٢	١١	١١
ضغط الدم	٦٠/١٤٠	٧٠/١٣٠	٧٠/١٢٠	٧٠/١٢٠	٧٠/١٢٠

ملاحظات : ....

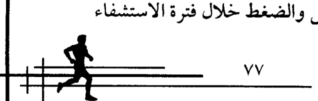
....

توقيع المشرف على القياس

(..............................)

شكل رقم (١٠)

نموذج بطاقة تسجيل لسرعة النبض والضغط خلال فترة الاستشفاء

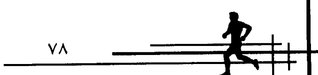


والتغيـرات الوظيفية للجهـاز الدورى تتلخص فى زيادة الدورة الدموية أثناء العمل البدنى لكى توفر كـمية أكبر من الأكسجـين للخلايا، وتخليص هذه الخلايا من ثانى أكسيـد الكربون. وعادة ما يتم ذلك بطريقتـين أساسيتـين إحداهما زيادة معـدل القلب، والأخرى زيادة حـجم الدم الذى يضخه القلـب فى كل ضربة من ضرباته.

ولدراسة اسـتجابة الجـهاز الدورى لأداء الحمل الـبدنى يلزم دراسة القـياس القبلى لمعدل النبض وضـغط الدم، ثم دراسة درجة ونوعية التغـيرات التى حدثت بعد أداء الحمل البدنى المقنن مباشرة، وكذلك خلال فترة الاستشفاء (زمن الوصول إلى مستوى القياس القبلى) أى يمكن دراسة النتائج والمقارنات التالية :

- معدل النبض والضغط قبل أداء العمل.
- معدل النبض والضغط بعد أداء العمل البدنى مباشرة.
- مقارنة معدل النبض والضغط قبل وبعد أداء العمل البدنى.
- رسم منحنى مـعدل النبض والضـغط خلال القـياسـات الخمسـة التى يتم قياسها بعد انتهاء الأداء البدنى مباشرة.
- تحديد زمن العـودة لحالة الاستشفـاء (من لحظة انتهاء العمل الـبدنى حتى العودة لمستوى معدل النبض والضغط قبل أداء العمل البدنى).

وفيما يلى التفسيرات الفسيولوجية لبعض هذه القياسات:



أ – تقويم تغيرات معدل النبض وضغط الدم في الراحة :

بعد قياس مـعدل النبض وضغط الدم نحصل على أرقام تحتـاج إلى تفسير، مثلا ماذا تعنى ٦٠ نبضة/ دقيقة، وهل تعتبر معدل نبض عادى أم غير ذلك، لذلك يلزم تقويم هذه القياسات وفقًا لما يلى :

- إذا قل معـدل النبض أثناء الراحة عن ٦٠ ضـربة/دقيقـة، فإن ذلك يعنى حدوث ظاهرة «بطء معدل القلب»، وهى ظاهرة تدل لدى الرياضيين على اقتصاد نشاط القلب . . ، إلا أن هذه الظاهرة قد تظهر أيضًا فى حالات الإجهاد أو بعض

أمراض القلب، ولكن عدم الشكوى من الإجهاد أو أمراض القلب عند تسجيل البيانات الأولية يجعلنا نعتبر هذه الحالة طبيعية بالنسبة للرياضيين.

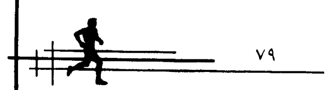
- إذا كان معدل النبض أكثر من ٨٠ نبضة/ دقيقة فإن ذلك يدل على ظاهرة «سرعة معدل القلب» . . ، وتعتبر هذه الظاهرة سلبية إذا كانت أثناء الراحة، وقد تتسبب في سرعة الاستشفاء بعد أداء الحمل البدني وتدل على ضعف القلب.

- يجب أن يكون معدل النبض في الراحة متنظمًا (الإيقاع)، ويدل ذلك على تساوى معدل النبض عند قياسه عدة مرات لمدة ١٠ ثوان في كل مرة، إلا أنه أحيانا ما يلاحظ عدم انتظام معدل النبض نتيجة لحركات التنفس، فعند الشهيق يزداد معدل النبض، بينما تقل سرعته عند الزفير. وهذه الظاهرة تعتبر ظاهرة وظيفية ترتبط بالتأثير الانعكاسي من المستقبلات الحسية الرئوية على مركز العصب الحائر.

وبالنسبة لقياسات ضغط الدم ففي حالة زيادته عن ٧٩/١٢٩ يعتبر ضغطا مرتفعًا. أما إذا قل عن ١٠٠/ ٦٠ فيعتبر ضغطًا منخفضًا. ويصبح الضغط منخفضا في حالة الراحة، في حالة الإجهاد أو مصاحبًا لبعض الأمراض مثل الالتهاب الكلوى المزمن، ويمكن أن تصبح ظاهرة ضغط الدم ظاهرة فسيولوجية لدى الرياضيين عندما تكون دليلا على ارتفاع الحالة التدريبية، أو قد تظهر كحالة مرضية نتيجة لبعض أمراض تسوس الأسنان، واللوز المزمنة، أو التهاب المرارة المزمن. وفي حالة شكوى اللاعب بالضعف أو الصداع مع وجود حالات مرضية يمكن أن يفسر انخفاض ضغط الدم هنا على أنه ظاهرة مرضية.

ب - تقويم تغيرات معدل النبض والضغط بعد الأداء مباشرة :

يمكن الحكم على مدى تكيف القلب للحمل البدني بدراسة وتقويم تغيرات معدل النبض وضغط الدم بعد الأداء مباشرة خلال الدقيقة الأولى، مع ملاحظة أن تكيف القلب للتدريب يكون عن طريق زيادة حجم الدم المدفوع مع انخفاض في معدل القلب.



أما بالنسبة للقلب غير المدرب فيلاحظ زيادة معدل القلب مع قلة الزيادة فى حجم الدم المدفوع فى الضربة.

١ - تقويم معدل النبض :

لتقويم معدل النبض عند أداء الحمل البدنى يستخدم أسلوب المقارنة بين معدل النبض فى القياس القبلى ومعدل النبض فى القياس البعدى باستخدام النسبة المئوية للزيادة. باعتبار أن معدل النبض فى القياس القبلى يعتبر ١٠٠٪.

ومثال على ذلك: إذا كان معدل النبض قبل أداء الحمل البدنى (القياس لعشر ثوانى) كانت ١٢ نبضة، وبلغت فى القياس البعدى ٢٠ نبضة. بناء على ذلك تحسب النسبة المئوية لزيادة معدل القلب كما يلى :

أ - حساب فرق القياسين :

= القياس البعدى - القياس القبلى

= ٢٠ - ١٢ = ٨

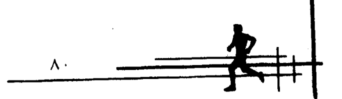
ب - النسبة المئوية لزيادة معدل النبض :

$$= \frac{\text{الفرق بين القياسين}}{\text{القياس القبلى}} \times ١٠٠$$

$$= \frac{٨}{١٢} \times ١٠٠$$

= ٦٧ ٪

وبذلك تكون النسبة المئوية لزيادة معدل النبض بعد أداء الحمل البدنى ٦٧٪، ويمكن استخدام (الجدول رقم ٨) الذى يوضح إمكانية استخراج معدل النبض مباشرة دون استخدام المعادلة السابقة.



جدول رقم (٨)

حساب النسبة المئوية لزيادة سرعة النبض خلال الدقيقة الأولى من فترة الاستشفاء بعد أداء الحمل البدنى

معدل النبض في ١٠ ثوان أثناء الراحة	سرعة النبض فى ١٠ ثوان بعد أداء الحمل البدنى																									
	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠	٣١	٣٢	٣٣
٧	١٤	٢٨	٤٣	٥٧	٧١	٨٦	١٠٠	١١٤	١٢٨	١٤٣	١٥٧	١٧١	١٨٦	٢٠٠	٢١٤	٢٢٨	٢٤٣	٢٥٧	٢٧١	٢٨٦	٣٠٠	٣١٤	٣٢٨	٣٤٣	٣٥٧	٣٧١
٨		١٢	٢٥	٣٧	٥٠	٦٢	٧٥	٨٧	١٠٠	١١٢	١٢٥	١٣٧	١٥٠	١٦٢	١٧٥	١٨٧	٢٠٠	٢١٢	٢٢٥	٢٣٧	٢٥٠	٢٦٢	٢٧٥	٣٠٠	٣١٢	٣١٢
٩			١١	٢٢	٣٣	٤٤	٥٥	٦٦	٧٧	٨٨	١٠٠	١١١	١٢٢	١٣٣	١٤٤	١٥٥	١٦٦	١٧٧	١٨٨	٢٠٠	٢١١	٢٢٢	٢٧٣	٢٤٤	٢٥٥	٢٦٦
١٠				١٠	٢٠	٣٠	٤٠	٥٠	٦٠	٧٠	٨٠	٩٠	١٠٠	١١٠	١٢٠	١٣٠	١٤٠	١٥٠	١٦٠	١٧٠	١٨٠	١٩٠	٢٠٠	٢١٠	٢٢٠	٢٣٠
١١					٩	١٨	٢٧	٣٧	٤٥	٥٤	٦٤	٧٢	٨١	٩١	١٠٠	١٠٩	١١٨	١٢٧	١٣٧	١٤٥	١٥٤	١٦٤	١٧٢	١٨١	١٩٠	٢٠٠
١٢						٨	١٧	٢٥	٣٣	٤٢	٥٠	٥٨	٦٧	٧٥	٨٣	٩٢	١٠٠	١٠٨	١١٧	١٢٥	١٣٣	١٤٢	١٥٠	١٥٨	١٦٧	١٧٥
١٣							٨	١٥	٢٣	٣١	٣٨	٤٦	٥٤	٦١	٦٨	٧٧	٨٥	٩٢	١٠٠	١٠٨	١١٥	١٢٣	١٣١	١٣٨	١٤٦	١٥٤
١٤								٧	١٤	٢١	٢٨	٣٦	٤٣	٥٠	٥٧	٦٤	٧١	٧٨	٨٥	٩٢	١٠٠	١٠٧	١١٤	١٢١	١٢٨	١٣٦
١٥									٧	١٣	٢٠	٢٧	٣٣	٤٠	٤٧	٥٣	٦٠	٦٧	٧٣	٨٠	٨٥	٩٣	١٠٠	١٠٧	١١٣	١٢
١٦										٦	١٢	١٩	٢٥	٣١	٣٧	٤٤	٥٠	٥٦	٦٢	٦٩	٧٥	٨١	٨٧	٩٤	١٠٠	١٠٦

فى حالة استخدام أداء بدنى عبارة عن ثنى الركبتين ٢٠ مرة، فإن النسبة المئوية لزيادة معدل النبض إذا بلغت من ٦٠ ـ ٨٠٪ فإنها تعتبر طبيعية. كما أن هذه الزيادة إذا بلغت ١٢٠ ـ ١٥٠ ٪ عند أداء جهد بدنى عبارة عن عدو فى المكان لمدة ١٥ ثانية فإنها تكون طبيعية أيضًا.

والجدول التالى يوضح الزيادة الطبيعية للنسبة المئوية لزيادة معدل النبض بعد أداء بعض النماذج الحركية (جدول رقم ٩).

جدول رقم (٩)
النسبة المئوية لزيادة معدل النبض
بعد أداء بعض النماذج الحركية

م	الأداء البدنى	النسبة المئوية لزيادة معدل النبض (٪)
١	ثنى ومد الركبتين ٢٠ مرة.	٦٠ ـ ٨٠ ٪
٢	العدو فى المكان لمدة ١٥ ثانية.	١٢٠ ـ ١٥٠ ٪
٣	الجرى فى المكان لمدة دقيقتين.	١٠٠ ٪
٤	اختبار الخطو لمدة خمس دقائق باستخدام صندوق ارتفاعه ٤٠ سم، وبسرعة ٩٠ خطوة فى الدقيقة.	١٠٠ ٪
٥	جرى ٣ دقائق.	١٠٠ ـ ١٢٠ ٪

وتعتبر زيادة معدل النبض دليلا على عدم كفاية التدريب، وكلما زادت كفاءة القلب قلت نسبة زيادة معدل القلب عند أداء نفس الحمل البدنى المقنن، مع مراعاة الالتزام بالدقة أثناء أداء الحمل حيث إن أى تغيير فى ظروف الأداء يؤدى إلى تغيرات أخرى فى النبض.

٢ ـ تقويم تغيرات ضغط الدم :

يلاحظ عند تقويم ضـغط الدم بعد أداء الاختـبار الوظيفى البـدنى أن يوجه الانتباه إلى كل من الضغط الانقباضى والـضغط الانبساطى ونبض الضغط، حيث يلاحظ فى هذه المؤشرات تغيرات مختلفة.

وبصفة عامة يزيد ضغط الدم الانقبـاضى نتيجة للحمل البدنى حوالى ١٥ ـ ٣٠٪، ويقل ضغط الدم الانبساطى حوالى ١٠ ـ ٣٠٪، أو قد لايتغير بالمقارنة مع القياس القبلى. ونـتيجة لزيادة الضغط الانقباضى ونقص الضـغط الانبساطى يزيد ضـغط النبض بنفس النسـبة المئـوية لزيادة النبض بعـد أداء الحمل البـدنى وتبعًا لاختلاف شدته.

وتحسب النسبة المئوية لضغط النبض كما تحسب بالنسبة لسرعة النبض، حيث يعتبر ضغط النبض فى الراحة ١٠٠٪، ويمكن اسـتخدام (الجدول رقم ٩) لتحديد النسبة المئوية لزيادة ضغط النبض.

جـ ـ المقارنة بين تغيرات معدل النبض وضغط الدم :

يجب مقارنة تغيرات معدل النبض بتـغيرات ضغط الدم، حيث يساعد ذلك على الكشف عن كيـفية حـدوث عمليات التكـيف للحمل البدنى. إذ إن مـقارنة النسب المئـوية لزيادة معدل النبض مـع ضغط الدم تساعـد فى التعـرف على مدى ملاءمـة استجابة مـعدل النبض مع تغيـرات ضغط الدم، حيث تتـميز الاستـجابة الطبيعيـة لأداء الحمل البدنى بمدى تناسق تغيرات هذين القـياسين، حيث يجب أن تطابق نسبـة الزيادة المئوية لسرعـة النبض نفس مقـدار النسبة المئـوية لزيادة ضغط النبض أو تكون أقل منها قليلا. كما يجب تحديد نوعية هذه المقارنة بطريقة كمية، وهناك خمسة أنواع من الاستجابات لمقـارنة سرعة النبض بضغط الدم هى كما يلى (انظر الشكل رقم ١١).

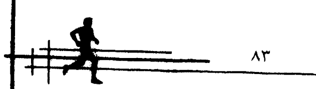
١ ـ الاستجابة العادية.

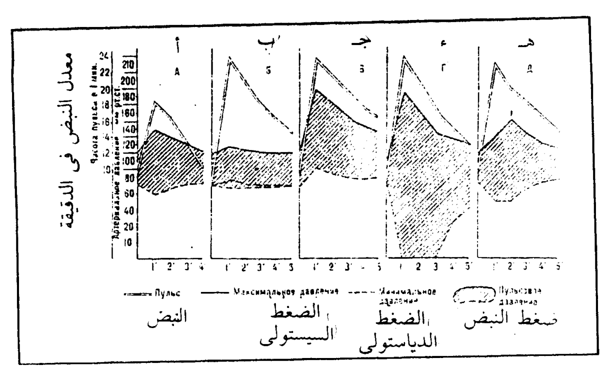
٢ ـ الاستجابة المنخفضة (التى تتميز بانخفاض ضغط الدم).

٣ ـ الاستجابة المرتفعة (التى تتميز بارتفاع ضغط الدم).

٤ ـ الاسـتجـابة غيـر المتـدرجة (التى تتـميـز بعـدم الانتظام بين الارتفاع والانخفاض).

٥ ـ الاستجابة المتدرجة.





أ - الاستجابة العادية. ب - الاستجابة المنخفضة.

جـ - الاستجابة المرتفعة. د - الاستجابة المتدرجة.

شكل رقم (١١)

أنواع استجابات النبض وضغط الدم لأداء الحمل البدنى المقنن

*** الاستجابة العادية :**

تطلق على تغيرات الضغط ومعـدل النبض عندما تتطابق النسبة المئوية لزيادة معـدل النبض مع النسـبة المئـوية لزيادة ضغط النبض . . ، وفى هذه الحـالة يرتفع الضغط الانقباضى ويقل الضغط الانبساطى.

وتعتبر الاستجابة العادية مـقبولة، حيث تدل على أن التكيف للحمل البدنى قد تمت نتيجة لزيادة حجم الدفع القبلى، ويستدل على ذلك بزيادة ضغط النبض، حيث إن زيادة الضغط الانقباضى تعكس قـوة انقباض البطين الأيسر للقلب، بينما انخفـاض الضغط الانبـساطى يعكس انخـفاض توتر الشـرايين فى المساعـدة على توصيل الدم للأنسجـة، كما يمكن اعتـبار زيادة معدل النبض وعدم تغـير الضغط الانبساطى من المتغيرات العادية.

مثال :

الجدول رقم (١٠) يوضح نتائج أحد القياسات :

جدول رقم (١٠)

مثال توضيحى للاستجابة العادية

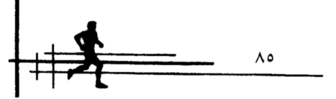
المؤشـرات	القياس القبلى	القياس البعدى
معدل سرعة النبض فى ١٠ ثوانى.	١٠	١٩
ضغط الدم.	٧٠/١١٠	٧٠/١٥٠
ضغط النبض.	٤٠	٨٠

بناء على هذا المثال السابق فإنه يلاحظ أن معدل النبض قد زاد ٩٠٪، وزاد ضغط النبـض ١٠٠٪، وتعتبـر هذه الاستجـابة عادية، والاسـتجابـة العادية هى الاستجابة المثـالية بالنسبة للاعبين المدربين، وبالرغم من ذلك تحـدث الاستجابات الأخرى غير المثالية.

*** الاستجابة المنخفضة :**

وتتميز هذه الاسـتجابة بالتكيف مع الحمل البدنى أسـاسا على حساب زيادة معدل القلب، بينمـا يقل الاعتماد على حجم الدم المدفـوع. ولايحدث اتفاق بين معـدل النبض وضغط النبض حيث يزيد النـبض إلى ١٢٠ ـ ١٥٠٪، بينما لايزيد ضغط النبض عن ١٢ ـ ٢٥٪، وقد لايتغير مطلقًا، وأحيانًا يقل عن القياس القبلى.

وفـى مثـل هـذه الأحوال لايـزيـد الضـغط الانقباضى بدرجـة كبـيرة «فى حدود ٥ ـ ١٠مم/زئبق» أو قد يبقى كما هو بدون تغـير، وأحيانًا يقل عن القياس القبـلى. وقد يظل أيضًـا الضغط الانبـساطى بدون تغـير، أو قـد تحدث زيادة أو انخفاض بدرجة بسيطة، وهذه الاستجابة تعكس عيبا وظيفيا فى القلب..، وفيما يلى بعض الأمثلة لتوضيح هذه الظاهرة :



مثال (١) :

الجدول رقم (١١) يوضح المثال الأول :

جدول رقم (١١)

مثال (١) للاستجابة المنخفضة

المؤشـــــرات	القياس القبلى	القياس البعدى
معدل النبض فى ١٠ ثوانى.	١٠	٣٠
الضغط.	٧٠/١١٠	٧٠/١١٥
ضغط النبض.	٤٠	٥٠

يلاحظ فى هذا المثال أن نسبة الزيادة فى معدل النبض بلغت ١٥٠٪، بينما زاد ضغط النبض ٢٥٪، أى نسبة الزيادة الكبيـرة فى معدل النبض لم يقابلها زيادة مماثلة فى ضغط النبض.

مثال (٢) :

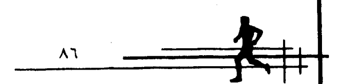
الجدول رقم (١٢) يوضح المثال الثانى :

جدول رقم (١٢)

مثال (٢) للاستجابة المنخفضة

المؤشـــــرات	القياس القبلى	القياس البعدى
معدل النبض فى ١٠ ثوانى.	١٠	٣٠
الضغط.	٧٠/١١٠	٧٠/١٠٠
ضغط النبض.	٤٠	٣٠

يلاحظ فى هذا المثال أن نسبة الزيادة فى معدل النبض بلغت ٢٠٠٪، بينما قل ضغط النبض ٢٥٪، وهذه النوعية من الاستجابات نادرًا ما تلاحظ بعد



الاختبار الوظيفى، فى حين تلاحظ دائما بعد الحمل البدنى الذى يتميز بالحركة الوحيدة المتكررة لفترة طويلة بشدة متوسطة مثل الجرى والسباحة والدراجات والتجديف، وتعتبر هذه الاستجابة تعبيرا عن التعب العام الشديد.

*** الاستجابة المرتفعة :**

تتميز الاستجابة المرتفعة بزيادة كبيرة فى الضغط الانقباضى حتى يصل فى زيادته هذه إلى ١٨٠ ـ ١٩٠ مم/زئبق، مع زيادة أيضا فى الضغط الانبساطى تصل إلى ٩٠ ـ ١٠٠ مم/زئبق، ويصاحب ذلك زيادة كبيرة فى معدل النبض.

والمثال التالى الموضح فى الجدول رقم (١٣) يوضح هذه الاستجابة.

جدول رقم (١٣)

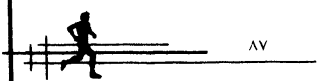
مثال للاستجابة المرتفعة

المؤشـــــرات	القياس القبلى	القياس البعدى
معدل النبض فى ١٠ ثوانى.	١٠	٢٣
الضغط.	٧٠/١١٠	٩٠/١٩٠
ضغط النبض.	٤٠	١٠٠

يلاحظ فى هذا المثال أن زيادة معدل النبض بلغت ١٣٠٪، وبلغت الزيادة فى ضغط النبض ١٥٠٪، وهذه الاستجابة غير مقبولة وتدل على الزيادة المفرطة فى عمل القلب. إلا أن هذه الاستجابة لاتظهر دائمًا بصورة واضحة، كما تعتبر زيادة الضغط الانبساطى بعد أداء الاختبار الوظيفى حتى ٩٠ مم/زئبق مع عدم وجود زيادة كبيرة فى الضغط الانقباضى أحد أنواع الاستجابة المرتفعة.

*** الاستجابة غير المتدرجة :**

تتميز هذه الاستجابة بزيادة فى تغيرات الضغط الانقباضى تصل إلى أكثر من ١٨٠ مم/زئبق، وتظهر ظاهرة «الصوت اللانهائى» بالنسبة للضغط الانبساطى حيث يسمع صوت النبض أثناء القياس حتى وصول عمق الزئبق إلى الصفر كما يزيد أيضا معدل النبض.



وإذا لوحظت ظاهرة «الصـوت اللانهـائى» فى الدقـيقـة الأولى بعـد الأداء مباشرة، فلا يلتفت لذلك حيث يمكن ظهوره فى القياس العادى لضغط الدم الذى يتم بعد التـوقف عن الأداء مباشرة (خلال ١٥ ـ ٢٠ ثانيـة)، أما إذا لوحظت هذه الظاهرة فى الدقيقة ٢ ـ ٣ فإنها تعتبر ظاهرة غير طيبة.

ويوضح الجدول رقم (١٤) مثالا للاستجابة غير المتدرجة.

جدول رقم (١٤)

مثال للاستجابة غير المتدرجة المقبولة

المؤشـــرات	فى الراحة	الاستشفاء بالدقيقة				
		١	٢	٣	٤	٥
معدل النبض فى ١٠ ثوانى.	١٠	٢٥	١٨	١٤	١٣	١٢
الضغط.	١٢٠/ ٨٠	١٩٠/ صفر	١٧٥/ ٥٠	١٥٠/ ٦٠	١٣٠/ ٧٠	١٢٠/ ٨٠

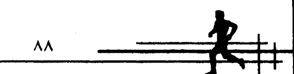
الاستجابة الموضحة فى المثال المعروض بالجدول رقم (١٤) يمكن قبولها على أنها عادية . . ، أما الاسـتجابة الموضحة فى المثال التـالى الموضحة فى الجدول رقم (١٥) فهى غير مقبولة:

جدول رقم (١٥)

مثال للاستجابة غير المتدرجة غير المقبولة

المؤشـــرات	فى الراحة	الاستشفاء بالدقيقة				
		١	٢	٣	٤	٥
معدل النبض فى ١٠ ثوانى.	١٠	٢٥	٢٠	١٨	١٦	١٤
الضغط.	١٢٠/ ٨٠	١٩٠/ صفر	١٨٠/ صفر	١٧٠/ صفر	١٥٠/ ٥٠	١٦٠/ ٧٠

الاستجابة الموضحة بالجدول رقم (١٥) غيـر مقبولة، حيث استمرت ظاهرة «الصوت اللانهائى» حتى الدقيقة الثالثـة فى فترة الاستشفاء . . والجدير بالذكر أنه ليس ضروريًا حساب النسبة المئوية لزيادة ضغط النبض لهذه النوعية من التغيرات.



*** الاستجابة المتدرجة :**

الاستجابة المتدرجة تتضمن زيادة فى الضغط الانقباضى خلال الدقيقة ٢ ـ ٣ أثناء الاستـشفـاء، وهذا يعكس العيب الوظيـفى لنظام عمل الجـهاز الدورى . . ، والجدول رقم (١٦)، يوضح مثالا لهذا الاستجابة .

جدول رقم (١٦)

مثال للاستجابة المتدرجة

المؤشـــــرات	فى الراحة	الاستشفاء بالدقيقة				
		١	٢	٣	٤	٥
معدل النبض فى ١٠ ثوانى .	١٠	٢٥	١٧	١٤	١٢	١٢
الضغط .	٧٠/١١٠	٥٠/١٣٠	٦٠/١٥٠	٦٥/١٤٠	٧٠/١٣٠	٧٠/١٢٠

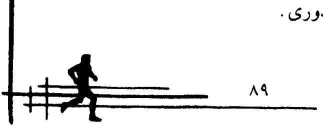
ويلاحظ فى هذا المثال زيادة الضغط الانقباضى خلال الدقـيقة الثانية والثالثة أثناء الاستشفاء .

د ـ تقويم تغيرات الضغط ومعدل النبض بعد أداء الحمل البدنى :

يجب تحليل معـدل النبض وضغط الدم بعد أداء الحمل البـدنى حتى يمكن الوصول إلى الصورة النهائيـة لتقويم استجابة معدل النبض وضـغط الدم للاختبار البدنى الوظيفى، ويتم ذلك التحليل من خلال دراسة زمن فـترة الاستشفاء ونوعية عملية الاستشفاء من خلال معدل النبض والضغط .

يرتبط زمن فترة الاستشفاء بعدة عوامل منها :

- مقدار الحمل البدنى .
- فاعلية اللاعب عند أداء الحمل البدنى .
- حالة اللاعب الوظيفية .
- حالة التنظيم العصبى للجهاز الدورى .



وبالنسبة لنوعية فترة الاستشفاء فيلاحظ ما إذا كانت استعادة الشفاء تحدث بطريقة متدرجة منتظمة أم بطريقة نموذجية (أى زيادة يليها نقص ثم زيادة . . . . وهكذا).

كما يجب ملاحظة ما إذا كانت هناك «فترة سلبية» لمعدل النبض، حيث يكون معدل النبض فى القياس البعدى أزيد بحوالى ١ ـ ٣ نبضات خلال القياس لمدة ١٠ ثوان، وذلك خلال ٢ ـ ٣ دقائق الأولى للاستشفاء، أى تستمر حوالى ثلاثة قياسات، كما يزيد معدل النبض مرة ثانية ثم تدريجيًا يعود إلى المعدل العادى.

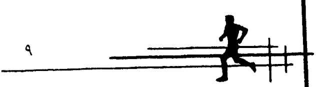
وترتبط هذه الفترة السلبية لمعدل النبض بعدم كفاية التوافق العصبى، وإذا استمرت الفترة السلبية بعد أداء الاختبار الوظيفى لأكثر من ٣ دقائق فإن هذه الاستجابة تعد غير مقبولة. كما أن ظاهرة الاستشفاء فى شكل تموجى تعتبر ظاهرة غير طبية.

وعند أداء الاختبار الوظيفى المتضمن «ثنى الركبتين عشرين مرة» يتم الحكم على استشفاء معدل النبض والضغط فى ضوء أنه إذا عاد معدل النبض إلى طبيعته خلال دقيقتين وعاد الضغط الانقباضى والانبساطى إلى طبيعته بعد ثلاث دقائق، يمكن الحكم بأن الحالة الوظيفية للجهاز الدورى جيدة.

فيما يتعلق بالاختبارات الوظيفية المتضمنة «الجرى فى المكان لمدة دقيقتين» أو «خمس دقائق لاختبار الخطو» فإن معدل النبض يجب أن يعود لطبيعته خلال خمس دقائق، ويعود الضغط الانقباضى لطبيعته فى الدقيقة الرابعة أو الخامسة، ويعود الضغط الانبساطى فى الدقيقة الثانية حتى الرابعة . .، وفى هذه الحالة تكون الحالة الوظيفية للجهاز الدورى جيدة.

وتدل سرعة الاستشفاء على كفاءة الجهاز الدورى، ومن خلال مقارنة قياسات الجهاز الدورى أثناء الراحة وبعد الأداء مباشرة، وكذلك خلال فترة الاستشفاء كما أوضحنا من قبل.

الجدول رقم (١٧) يوضح أسلوب حساب النسبة المئوية لزيادة نبض الضغط فى فترة الاستشفاء بعد أداء الحمل البدنى.



والجدول رقم (١٨) يوضح معايير تقويم معدل النبض وضغط الدم بعد الاختبارات الوظيفية البدنية.

ثانيًا ـ الاختبارات الميدانية للجهاز الدورى :

نستعرض فى الجزء التالى بعض الاختبارات الميدانية المقننة المستخدمة لقياس كفاءة الجهاز الدورى، وجميعها يعتمد على قياسات معدل النبض أو أزمنة الجرى والمشى . . .، باعتبارها من المؤشرات المهمة فى الحكم على كفاءة الجهاز الدورى.

وتتميز هذه الاختبارات بأنها على درجة عالية من التقنين ولها مستويات ومعايير يمكن الاستفادة بها فى تقدير الحالة الفسيولوجية للرياضيين دون الحاجة إلى الدخول فى التفصيلات الفسيولوجية التى قد يحتاج إليها الباحث المتخصص أو الطبيب الرياضى.

١ ـ اختبار فوستر Foster Test :

يعتمد هذا الاختبار على مسلمة معينة هى أن التدريب الرياضى يؤثر على عدد ضربات القلب بمقدار كثافته، وزيادة عدد ضربات القلب عما يتناسب مع كثافة التدريب تشير إلى سوء الحالة الفسيولوجية للجسم.

والخطوات التالية توضح خطوات هذا الاختبار :

١ ـ يقف المختبر فترة حتى يثبت معدل النبض، ثم تقاس سرعة النبض.

٢ ـ يجرى المختبر فى المكان لمدة ١٥ ثانية بحيث تكون سرعة الجرى حوالى ١٨٠ خطوة فى الدقيقة مع ملاحظة ضرورة رفع القدم عن الأرض أثناء الجرى لمسافة مناسبة (العد على الرجل اليمنى فقط).

٣ ـ قياس سرعة النبض بعد أداء التمرين مباشرة (القياس لمدة خمس ثوان ثم تضرب × ١٢).

٤ ـ تقاس سرعة النبض مرة أخرى بعد ٤٥ ثانية من انتهاء الاختبار (القياس من وضع الوقوف).



جدول رقم (١٧)

حساب النسبة المئوية لزيادة ضغط النبض فى فترة الاستشفاء بعد أداء الحمل البدنى

نبض الضغط في الراحة (مم زئبق)	نبض الضغط بعد الحمل البدنى (مم / زئبق)																							
	٤٥	٥٠	٥٥	٦٠	٦٥	٧٠	٧٥	٨٠	٨٥	٩٠	٩٥	١٠٠	١٠٥	١١٠	١١٥	١٢٠	١٢٥	١٣٠	١٣٥	١٤٠	١٤٥	١٥٠	١٥٥	١٦٠
٤	١٢	٢٥	٣٧	٥٠	٦٢	٧٥	٨٧	١٠٠	١١٢	١٢٥	١٣٧	١٥٠	١٦٢	١٧٥	١٨٧	٢٠٠	٢١٢	٢٢٥	٢٣٧	٢٥٠	٢٦٢	٢٧٥	٢٨٧	٣٠٠
٤٥		١١	٢٢	٢٣	٤٤	٥٥	٦٧	٧٨	٨٩	١٠٠	١١١	١٢٢	١٣٣	١٤٤	١٥٥	١٦٦	١٧٧	١٨٨	١٩٩	٢١١	٢٢٢	٢٣٩	٢٤٤	٢٥٥
٥٠			١٠	٢٠	٣٠	٤٠	٥٠	٦٠	٧٠	٨٠	٩٠	١٠٠	١١٠	١٢٠	١٣٠	١٤٠	١٥٠	١٦٠	١٧٠	١٨٠	١٩٠	٢٠٠	٢١	٢٢٠
٥٥				٩	١٨	٢٧	٣٦	٤٥	٥٤	٦٤	٧٣	٨٢	٩١	١٠٠	١٠٩	١١٩	١٢٧	١٣٦	١٤٥	١٥٤	١٦٤	١٧٣	١٨٢	١٩١
٦٠					٨	١٧	٢٥	٣٣	٤٢	٥٠	٥٨	٦٧	٧٥	٨٣	٩٢	١٠٠	١٠٨	١١٧	١٢٥	١٣٣	١٤٢	١٥٠	١٥٨	١٦٧
٦٥						٨	١٥	٢٣	٣١	٣٨	٤٦	٥٤	٦١	٦٩	٧٧	٨٥	٩٢	١٠٠	١٠٨	١١٥	١٢٣	١٣١	١٣٨	١٤٦
٧٠							٧	١٤	٢١	٢٨	٣٦	٤٣	٦٤	٥٧	٦٤	٧١	٧٨	٨٦	٩٣	١٠٠	١٠٧	١١٤	١٢١	١٢٨
٧٥								٧	١٣	٢٠	٢٧	٣٣	٥٣	٤٧	٥٣	٦٠	٦٧	٧٣	٨٠	٨٧	٩٣	١٠٠	١٠٧	١١٣
٨٠									٦	١٢	١٩	٢٥	٣١	٣٧	٤٤	٥٠	٥٦	٦٢	٦٩	٧٥	٨١	٨٧	٩٤	١٠٠

جدول رقم (١٨)

معايير تقويم معدل النبض وضغط الدم بعد الاختبارات الوظيفية البدنية

القياسات	جيد	مقبول					غير مقبول				
		١	٢	٣	٤	٥	١	٢	٣	٤	٥
١ - فى حالة الراحة.	فى الحدود العادية.	عادى.	عادى.	عادى.	عادى.	عادى.	عادى أو منحرف.	عادى.	عادى أو زيادة الضغط.	عادى.	عادى.
٢ - تغيرات الدقيقة الأولى بعد الحمل ونسبة زيادة سرعة النبض	٢٠ ثنى الركبتين ٦٠ - ٨٠٪. جرى ٢ق ٨٠ - ١٠٠٪. جرى ٣ق ١٢٠ - ١٣٠٪. جرى ١٥ث ١٥٠٪.	أعلى من العادى.	عادى.	عادى	عادى.	عادى.	أعلى من العادى.	أعلى من العادى.	عادى أو أعلى من العادى.	عادى أو أعلى من العدى.	عادى أو أعلى من العادى.
نسبة زيادة ضغط النبض.	كما فى سرعة النبض.	أعلى من العادى.	عادى.	عادى.	أقل ٢ - ٣ مره من النبض.	—	أعلى من العادى.	زيادة ١٠ - ٢٠٪. عدم وجود تغيرات	عادى أو أعلى من العادى.	—	عادى أو أعلى من العدى.
تغيرات الضغط الانقباضى.	يزيد.	يزيد.	يزيد.	يزيد.	زيادة قليلة.	يزيد.	يزيد.	زيادة قليلة.	يزيد إلى ١٨٠ - ٢٠٠ مم/ زئبق.	يزيد.	يزيد.
تغيرات الضغط الانبساطى.	يقل أولا يتغير.	—	يقل.	يزيد.	لايتغير. زيادة قليلة. يقل.	ظاهرة الصوت اللانهائى.	يقل أو لايتغير.	يزيد أو لايتغير.	يزيد إلى ٩٠ - ١٠٠ مم/ زئبق.	ظاهرة الصوت اللانهائى	يقل أو لايتغير.
نوع الاستجابة.	عادية.	عادية.	عادية.	غير محددة.	قريبة من المرتفعة.	منخفضة.	عادية.	مرتفعة.	مرتفعة أو قريبة منها.	منخفضة.	متدرجة
٣ - الاستشفاء.	استشفاء تدريجى.	—	—	—	—	تدريجى.	مرحلة النبض السالبة.	تدريجى.	تدريجى.	—	زيادة الضغط الانقباضى أو الانباطى فى الدقيقة ٢ - ٣ بالمقارنة بما قبله.
نوعية الاستشفاء، وزمن استشفاء النبض والضغط.	٢٠ ثنى الركبتين - ٣ق. جرى ١٥ث - ٤ق. وباقى الاختبارات ٥دقائق.	—	بطء الاستشفاء.	—	عادى.	اختفاء ظاهرة الصوت اللانهائى فى الدقيقة الثانية.	تأخر الاستشفاء.	عادى أو بطىء.	عادى أو بطىء.	تأخر الاستشفاء لظاهرة الصوت اللانهائى حتى الدقيقة ٣-٤-٥	

ولقد اعتبر فوستر التقويم الكامل لسلامة الحالة الفسيولوجية للجسم هى ١٥ درجة. والجدول رقم (١٩) يوضح المستويات الموضوعة لهذا الغرض.

أ ٢ - اختبار الخطو لجامعة هارفرد (للبنين) Harvard Step Test (Boys) :

يسمى هذا الاختبار باختبار الخطو لهارفرد نسبة إلى جامعة هارفرد بالولايات المتحدة الأمريكية، أو اختبار بروها Brouha Step Test نسبة إلى مصمم الاختبار.

وقد وضع هذا الاختبار خلال الحرب العالمية الثانية لقياس مقدرة الجسم على التكيف للأعمال العنيفة والشفاء من أثرها. ولقد استخدم هذا الاختبار فى تقسيم المتقدمين للخدمة العسكرية إلى ثلاثة مستويات هى :

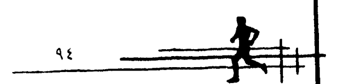
- أقل لياقة.
- لائق.
- أكثر لياقة.

كما استخدم هذا الاختبار فى المجالات الرياضية وأظهر نتائج أثبتت صدقه وارتفاع قيمته العلمية.

يستخدم فى هذا الاختبار مقعد ارتفاعه عشرون بوصة (٥٠ سم) وساعة إيقاف لقياس النبض وجهاز المترونوم. وينفذ الاختبار وفقًا للتسلسل التالى، انظر الشكل رقم (١٢).

١ - يقف المختبر أمام المقعد، ويبدأ الاختبار بأن يصعد المختبر بقدمه اليمنى فوق المقعد، ثم يصعد بالقدم اليسرى (يصل إلى وضع الوقوف فوق المقعد)، ثم يعود للهبوط بقدمه اليمنى على الأرض، ثم اليسرى. وهكذا يكرر العمل السابق مع الاحتفاظ بأداء هذا العمل فى أربع عدات بمعدل ثلاثين مرة فى الدقيقة (يستخدم فى ضبط إيقاع عدد المرات جهاز المترونوم).

يستمر المختبر فى أداء العمل السابق بهذا المعدل خمس دقائق متصلة أو إلى أن يعجز عن الأداء (يسجل الزمن فى هذه الحالة). ويجب ألا تزيد فترة الأداء عن خمس دقائق.



جدول رقم (١٩)

مستويات اختبار فوستر

سرعة النبض في الوقوف قبل الاختبار	الدرجة	الزيادة بعد الاختبار مباشرة	الدرجة	الزيادة بعد ٤٥ ثانية من الاختبار	الدرجة
أقل من ١٠٠	صفر	صفر ـ ٢٠	١٥	٥	ـ ١
١٠١ ـ ١٠٥	ـ ١	٢١ ـ ٣٠	١٣	٦ ـ ١٠	ـ ٢
١٠٦ ـ ١١٠	ـ ٢	٣١ ـ ٤٠	١١	١١ ـ ١٥	ـ ٣
١١١ ـ ١١٥	ـ ٣	٤١ ـ ٥٠	٩	١٦ ـ ٢٠	ـ ٤
١١٦ ـ ١٢٠	ـ ٤	٥١ ـ ٦٠	٧	٢١ ـ ٢٥	ـ ٥
١٢١ ـ ١٢٥	ـ ٥	٦١ ـ ٧٠	٥		
١٢٦ ـ ١٣٠	ـ ٦				
١٣١ ـ ١٣٥	ـ ٧				

٢ ـ يجلس المختبر على كرسى فور الانتهاء من أداء الاختبار ويسجل له النبض لفترة ثلاثين ثانية كالآتى :

(أ) بعد انتهاء الاختبار من ١ إلى $\frac{1}{2}$ ١ **دقيقة.**

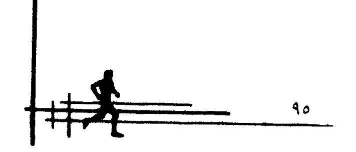
(ب) بعد انتهاء الاختبار من ٢ إلى $\frac{1}{2}$ ٢ **دقيقة.**

(جـ) بعد انتهاء الاختبار من ٣ إلى $\frac{1}{2}$ ٣ **دقيقة.**

وقد وضعت طريقتان للتقويم فى هذا الاختبار هما :

أولا : معادلة الاختبار الطويلة Long Form :

$$\text{مؤشر الكفاءة البدنية} = \frac{\text{زمن الاستمرار فى أداء الاختبار بالثانية} \times 100}{2 \times \text{مجموع قياسات النبض الثلاثة}}$$



ويكشف عن نتائج هذه المعـادلة فى الجدول رقم (٢٠) للتعـرف على تقدير الكفاءة البدنية (وضـعت هذه المعايير بعد تطبيق الاختـبار على ثمانية آلاف طالب من جامعة هارفرد).

جدول رقم (٢٠)

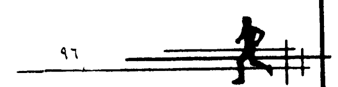
معايير اختبار هارفرد (المعادلة الطويلة)

المستوى	التقدير
أقل من ٥٥.	ضعيف.
من ٥٥ إلى ٦٤.	تحت المتوسط.
من ٦٥ إلى ٧٩.	فوق المتوسط.
من ٨٠ إلى ٨٩.	جيد.
٩٠ فأكثر.	ممتاز.

ثانيًا - معادلة الاختبار القصيرة Short Form :

وضع هذه المعادلة روبـنسون وجونسن Robinson & Johnson حيث يقاس فيها النـبض مرة واحدة فقط بعد الانتهـاء من أداء الاختبار مباشرة لمـدة دقيقة إلى دقيقة ونصف (من ١ إلى $\frac{1}{2}$ ١) دقيقة.

والمعادلة هى :



مؤشر الكفاءة البدنية = (زمن الاستمرار فى أداء الاختبار بالثانية × ١٠٠) ÷ (٥,٥ × النبض)

وقد وضعت المعايير الخاصة بنتائج هذه المعادلة كما هى موضحة فى الجدول رقم (٢١) لتحديد مستوى الكفاءة البدنية للمختبر.

٣ - اختبار التعب لكارلسون Carlson Fatigue Test :

يقيس هذا الاخـتبار لياقـة الجهاز الدورى التنفسى، وهو فى مـجمله يعطى انعكاسًا عن الحالة البدنية للفرد. وخطوات هذا الاختبار تأخذ التسلسل التالى :

جدول رقم (٢١)

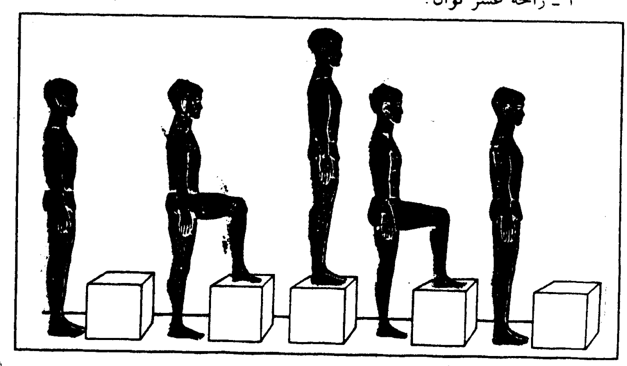
معايير اختبار هارفرد (المعادلة القصيرة)

المستوى	التقدير
أقل من ٥٠.	ضعيف
من ٥٠ إلى ٨٠	متوسط.
٨٠ فأكثر.	جيد.

١ - يجلس المختبر على الأرض، ويظل فترة حتى ينتظم النبض، ثم يقاس نبضه لمدة عشر ثوان (تضرب فى ٦ للحصول على النبض فى الدقيقة).

٢ - يقف المختبر ثم يجرى فى المكان بأقصى سرعة ممكنة مع ملاحظة رفع القدمين عن الأرض مسافة مناسبة، يستمر المختبر فى الجرى عشر ثوان مع حساب عدد مرات لمس الرجل اليمنى للأرض.

٣ - راحة عشر ثوان.



شكل رقم (١٢)

اختبار الخطو لجامعة هارفرد

عن : (Jensen and Hirst, 1980)

٤ - الجرى بنفس الأسلوب السابق لمدة عشر ثوان، مع حساب عدد لمسات الرجل اليمنى للأرض، ثم يستريح عشر ثوان. . ، وهكذا يكرر نفس العمل عشر مرات يتخللها تسع فترات راحة. . وفيما يلى تسلسل خطوات الأداء :

* قياس النبض من الجلوس، الجرى، راحة، جرى، راحة، جرى، راحة، جرى، راحة، جرى، راحة، جرى، راحة، جرى، راحة، جرى، راحة، جرى، راحة، جرى، راحة، جرى.

٥ - إجراء قياسات للنبض طبقا للأزمنة التالية :

(أ) بعد مضى عشر ثوان من انتهاء الاختبار (تقاس سرعة النبض فى عشر ثوان ثم يضرب × ٦).

(ب) بعد مضى دقيقتين من انتهاء الاختبار (تقاس سرعة النبض فى عشر ثوان ثم يضرب × ٦).

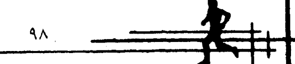
(جـ) بعد مضى أربع دقائق من انتهاء الاختبار (تقاس سرعة النبض فى عشر ثوان ثم يضرب × ٦).

(د) بعد مضى ست دقائق من انتهاء الاختبار (تقاس سرعة النبض فى عشر ثوان ثم يضرب × ٦).

٦ - للوصول إلى حساب مدى لياقة الجهاز الدورى يتبع التسلسل التالى :

(أ) يجمع عدد مرات لمس القدم اليمنى للأرض فى جميع مراحل الاختبار (عشر مرات)، وبدلالة الرقم المستخرج (حاصل الجمع) وباستخدام الجدول رقم (٢٢) يمكن الحصول على ما يعرف بـ «درجة الإنتاج».

(ب) تجمع قياسات النبض طبقًا للمعادلات السابق ذكرها (خمسة قياسات) وبدلالة الرقم مستخرج (حاصل الجمع) وباستخدام الجدول رقم(٢٣) يمكن الحصول على ما يعرف بـ «سرعة النبض».



(جـ) بجمع درجة «الإنتاج» على درجـة «سرعة النبض» يتم الحصول على رقم يمكن الكشف عنه فى الجدول رقم (٢٤) فيتم الحصول على ما يعرف بـ «لياقة الجلد الدورى التنفسى» للفرد المختبر.

٤ ـ اختبار شنيدر Schneider Test :

وضع هذا الاختـبار لتحديد ليـاقة الطيارين من الناحيـة الوظيفية، كـما أنه يعتبـر محاولة لإيجاد قـياس موحد للأثر الذى يحدثه الوقـوف على درجة النبض وضغط الدم، إلى جانب الأثر الذى يحدثه التمرين المستخدم فى هذا الاختبار على الجهاز الدورى التنفسى.

يستخدم فى هذا الاخـتبار جهاز ضغط الدم وساعـة إيقاف (لقياس النبض) ومقعد ارتفـاعه ١٨,٥ بوصة (٤٦,٢٥ سم) ...، قاعدة المقعـد تسمح للشخص بالوقوف عليها بالقدمين معًا بسهولة ... ويأخذ هذا الاختبار التسلسل التالى :

١ ـ الرقـود على الأرض لمدة خمس دقـائق (لضمـان انتظام النبض فى هذا الوضع) ثم يقاس النبض (فى ٢٠ ثانية ثم يضـرب × ٤ للحصول على النبض فى الدقيقة)، وقياس ضغط الدم الانقباضى.

٢ ـ يقف الفرد لمدة من ٢ إلى ٣ ½ دقـيقة (تحـدد بلحظة انتظام النبض فى هذا الوضع الجديد) ثم يقاس النبض (فى ١٥ ثانية ويضرب × ٤) ثم يقاس ضغط الدم الانقباضى.

٣ ـ يقوم المختبر بأداء التمرين بحيث يقف أمام المقعد واضعًا إحدى القدمين (اليمنى مثـلا) على المقعد، يبدأ التمـرين بوضع القدم اليسرى على المقـعد ليصل المختبر إلى وضع الوقوف عليه، ثم يخفض القدم اليسرى على الأرض، ثم يصعد بها مرة ثانية للوصول لوضع الوقوف فـوق المقعد، وهكذا يكرر هذا التمرين لعدد خمس مرات بحيث يستغرق ١٥ ثانية (أى عمل كل محاولة فى ٣٠ ثانية، ويمكن استخدام جهاز المترونوم لتنظيم هذه العمليـة) كما يجب ملاحظة عدم استخدام أى مساعدة خارجية.

جدول رقم (٢٢)

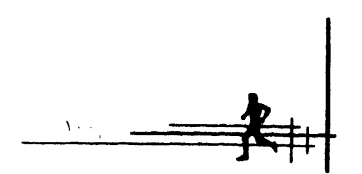
الإنتاج (اختبار التعب لكارلسون)

الإنتاج	الدرجة
أقل من ١٤٠.	١٤
١٧٠ ـ ١٤٠	١٣
٢٠٠ ـ ١٧٠	١٢
٢٣٠ ـ ٢٠٠	١١
٢٦٠ ـ ٢٣٠	١٠
٢٩٠ ـ ٢٦٠	٩
٣٢٠ ـ ٢٩٠	٨
٣٥٠ ـ ٣٢٠	٧
٣٨٠ ـ ٣٥٠	٦
٤١٠ ـ ٣٨٠	٥
٤٥٠ ـ ٤١٠	٤
٤٧٠ ـ ٤٥٠	٣
٥٠٠ ـ ٤٧٠	٢
أكثر من ٥٠٠.	١

جدول رقم (٢٣)

سرعة النبض (اختبار التعب لكارلسون)

النبض	الدرجة
أقل من ٣٥٠.	١
٣٧٥ ـ ٣٥٠	٢
٤٠٠ ـ ٣٧٥	٣
٤٢٥ ـ ٤٠٠	٤
٤٥٠ ـ ٤٢٥	٥
٤٧٥ ـ ٤٥٠	٦
٥٠٠ ـ ٤٧٥	٧
٥٢٥ ـ ٥٠٠	٨
٥٥٠ ـ ٥٢٥	٩
٥٧٥ ـ ٥٥٠	١٠
٦٠٠ ـ ٥٧٥	١١
٦٢٥ ـ ٦٠٠	١٢
٦٥٠ ـ ٦٢٥	١٣
أكثر من ٦٥٠.	١٤

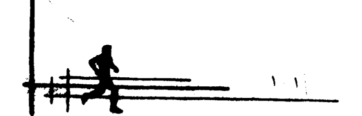


جدول رقم (٢٤)

تقدير مستوى لياقة الجهاز الدورى التنفسى

(اختبار التعب لكارلسون)

الدرجة	النسبة المئوية	تقدير الحالة
٢	٪ ٩٧	جيد جدًا
٣	٪ ٩٥	
٤	٪ ٩٣	
٥	٪ ٩١	
٦	٪ ٨٩	جيد
٧	٪ ٨٧	
٨	٪ ٨٥	
٩	٪ ٨٣	
١٠	٪ ٨١	
١١	٪ ٧٩	متوسط
١٢	٪ ٧٧	
١٣	٪ ٧٥	
١٤	٪ ٧٣	
١٥	٪ ٧١	
١٦	٪ ٦٩	
١٧	٪ ٦٧	
١٨	٪ ٦٥	
١٩	٪ ٦٣	



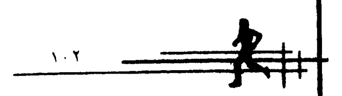
تابع جدول رقم (٢٤)

الدرجة	النسبة المئوية	تقدير الحالة
٢٠	٦١ ٪	يحتاج إلى عناية
٢١	٥٩ ٪	
٢٢	٥٧ ٪	
٢٣	٥٥ ٪	
٢٤	٥٣ ٪	
٢٥	٥١ ٪	ضعيف ويحتاج إلى عناية
٢٦	٤٩ ٪	
٢٧	٤٧ ٪	
٢٨	٤٥ ٪	

٤ - يؤخذ النبض عـقب التمرين مباشـرة (فى ١٥ ثانية × ٤) ثم يلى ذلك استمرار عملية قياس النبض كل ١٥ ثانية حتى يعود النبض إلى حالته الأولى التى تم قياسها قبل الاختبار من وضع الوقوف، ويحسب الزمن من نهاية الاختبار حتى وصول النبض للحالة الطبيعية.

أما إذا لم يعد النبض لحالته الطبيعية فى حدود دقيقتين يسجل عدد الضربات التى تزيد عن ضربات النبض فى الحـالة الطبيعية (فمـثلا إذا كانت الحالة الطبيـعية للنبض من وضع الوقـوف ٨٠ نبضـة فى الدقيـقة، ووجـد أن النبض بعـد مرور دقيـقتين من الاختـبار بلغ ٩٥ نبضـة فإن الرقم المسجل هنا ١٥ نبـضة) .. ويتم حساب مستوى الفرد كما يلى :

(أ) حساب النبض من وضع الرقود (٦٠ نبضة مـثلا) ويكشف عن قيمتها فى الجدول رقم (٢٥) فنجد أنها = ٣ درجات.



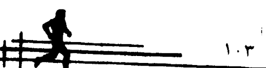
(ب) حساب النبض من وضع الوقوف (٧٢ نبضة مثلا) ويكشف عن قيمتها في الجدول رقم (٢٦) فنجد أنها = ٣ درجات.

(جـ) حساب الفرق بين النبض من الوقوف والنبض من الرقود نجد أنه (٧٢ ـ ٦٠ = ١٢) . . ، وبالكشف عن قيمة «١٢» فى الجدول رقم (٢٥) تحت العمود (صفر ـ ١٠) وأمام (٥٠ ـ ٦٠) فنجد أنها ٣ درجات.

(د) حساب النبض بعد أداء التمرين مباشرة (١١٠ نبضة مثلا)، وبحساب الفرق بين النبض بعد التمرين مباشرة والنبض من حالة الوقوف قبل أداء التمرين نجد أن القيمة = ١١٠ ـ ٧٢ = ٣٨، بالكشف فى الجدول رقم (٢٦) نجد أنها تقع فى العمود الرابع (من ٣١ ـ ٤٠) وأمام السطر الثانى (٧١ ـ ٨٠) أى أن قيمتها = صفر.

(هـ) يحسب الزمن الذى يعود فيه النبض لحالته الطبيعية بعد أداء التمرين، أى من لحظة نهاية التمرين حتى وصول النبض إلى ٧٢ نبضة فى الدقيقة (وذلك كما هو موضح فى المثال) . . ، فمثلا إذا استغرق هذا التمرين ٧٠ ثانية بالكشف عن قيمتها فى الجدول رقم (٢٧) نجد أنها = درجتان. أما إذا لم يعد الشخص لحالته الطبيعية فى خلال دقيقتين فيحسب عدد ضربات النبض التى تمثل الفرق بين القياس فى نهاية الدقيقتين والقياس من وضع الوقوف قبل أداء التمرين، فإذا بلغت هذه الزيادة من ٢ : ١٠ نبضات يمنح المختبر صفرًا، وإذا كانت الزيادة من ١١ : ٣٠ نبضة يمنح المختبر ـ ١ (جدول رقم ٢٧)، فإذا افترضنا أن النبض فى نهاية الدقيقتين بعد التمرين بلغ ٨٠ نبضة، فالزيادة تكون ٨٠ ـ ٧٢ = ٨ نبضات . . ، أى أنها = صفر.

(و) يحسب الفرق بين ضغط الدم من وضع الرقود ومن وضع الوقوف، وسواء كان الفرق بالارتفاع أو الانخفاض بالنسبة لعمود الزئبق



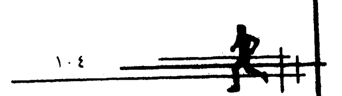
الموجود بالجهاز، فالجدول رقم (٢٧) يوضح طريقة حساب درجته، فمثلا إذا كان الفرق بالارتفاع بحوالى ٦ مم زئبق فإن تقديره = درجتان.

(ل) تجمع درجات المختبر فى حالات القياس السابقة وذلك للحصول على درجة تعبر عن اللياقة الوظيفية للفرد. فمن المثال السابق الذى تدل القياسات التالية على مستواه (النبض ٦٠ من الرقود، ٧٢ فى الوقوف، ١١٠ بعد أداء التمرين مباشرة، ٨٠ بعد انتهاء دقيقتين من انتهاء التمرين، الفرق بين الضغط فى الرقود والوقوف زيادة قدرها ٦ مم فى عمود الزئبق). فإن درجات هذا المختبر على التوالى (٣، ٣، ٣، صفر، صفر، ٢)، أى أنها = ١١ .. ، وهى تعبر عن الحالة الوظيفية للمختبر.

جدول رقم (٢٥)

معدل النبض فى وضع الرقود والزيادة فى معدل النبض فى وضع الوقوف (اختبار شنيدر)

معدل النبض فى وضع الرقود		الزيادة فى معدل النبض فى وضع الوقوف				
المعدل	الدرجة	صفر ـ ١٠	١١ ـ ١٨	١٩ ـ ٢٦	٢٧ ـ ٣٤	٣٥ ـ ٤٢
		الدرجة	الدرجة	الدرجة	الدرجة	الدرجة
٥٠ ـ ٦٠	٣	٣	٣	٢	١	صفر
٦١ ـ ٧٠	٣	٣	٢	١	صفر	ـ ١
٧١ ـ ٨٠	٢	٣	٢	صفر	ـ ١	ـ ٢
٨١ ـ ٩٠	١	٢	١	ـ ١	ـ ٢	ـ ٣
٩١ ـ ١٠٠	صفر	١	صفر	ـ ٢	ـ ٣	ـ ٣
١٠١ ـ ١١٠	ـ ١	صفر	ـ ١	ـ ٣	ـ ٣	ـ ٣



جدول رقم (٢٦)

معدل النبض فى وضع الوقوف ومعدل الزيادة فى النبض بعد أداء التمرين مباشرة

(اختبار شنيدر)

معدل النبض فى وضع الوقوف		معدل الزيادة فى النبض بعد أداء التمرين مباشرة				
المعـــدل	الدرجة	صفر ـ ١٠ الدرجة	١١ ـ ٢٠ الدرجة	٢١ ـ ٣٠ الدرجة	٣١ ـ ٤٠ الدرجة	٤١ ـ ٥٠ الدرجة
٦٠ ـ ٧٠	٣	٣	٣	٢	١	صفر
٧١ ـ ٨٠	٣	٣	٢	١	صفر	صفر
٨١ ـ ٩٠	٢	٣	٢	١	صفر	ـ ١
٩١ ـ ١٠٠	١	٢	١	صفر	ـ ١	ـ ٢
١٠١ ـ ١١٠	١	١	صفر	ـ ١	ـ ٢	ـ ٣
١١١ ـ ١٢٠	صفر	١	ـ ١	ـ ٢	ـ ٣	ـ ٣
١٢١ ـ ١٣٠	صفر	صفر	ـ ٢	ـ ٣	ـ ٣	ـ ٣
١٣١ ـ ١٤٠	ـ ١	صفر	ـ ٣	ـ ٣	ـ ٣	ـ ٣

جدول رقم (٢٧)

سرعة عودة النبض ونسبة ضغط الدم الانقباضى

(اختبار شنيدر)

سرعة العودة إلى معدل النبض فى وضع الوقوف بعد أداء التمرين مباشرة		النسبة بين ضغط الدم الانقباضى فى حالة الوقوف والرقود	
الزمن	الدرجة	التغير فى ارتفاع ازئبق (مم)	الدرجة
* صفر ـ ٦٠ ث.	٣	* أكثر من ٨ مم.	٣
* ٦١ ـ ٩٠ ث.	٢	* من ٢ ـ ٧ مم.	٢
* ٩١ ـ ١٢٠ ث.	١	* لاتغير.	١
* بعد ١٢ث ومن ٢ـ١٠ نبضة فوق العادى.	صفر	* انخفاض من ٢ ـ ٥ مم.	صفر
* بعد ١٢ث ومن ١١ـ٣٠ نبضة فوق العادى.	ـ ١	* انخفاض أكثر من ٦ مم.	ـ ١

٥ – اختبار بالك Balke Test :

يطلق على هذا الاختبـار «اختبار البساط المتـحرك لبالك Balke Treadmill Test» وذلك نسبة إلى مصممه والجهاز المستخدم فيه، ويعتمد هذا الاختبار على أن هناك تغيرات فـسيولوجية كبـيرة تحدث فى الجسم إذا زادت سـرعة ضربات القلب خلال التـدريب عن ١٨٠ ضربة فى الدقيـقة، حيث يرتفع مـعدل التنفس ويصل ضغط الدم إلى أقـصاه وتزداد حـدة ضربات القلب ويحـدث هبوط فى Alveolar carbon dioxide tension، يتبع ذلك ارتفاع حـاد لحمض اللاكتيك Lactic acid فى الدم . . .، وهذا يشيـر إلى عدم مقـدرة الاحتياطى الفـسيولوجى على مـجاراة الزيادة فى احتياجات التمثيل الغذائى بسبب التدريب.

وقد أوضح بالك Balke مقدار التدريب اللازم لزيـادة سرعة ضربات القلب إلى ١٨٠ ضربة فى الدقيقة، واستخدم فى ذلك جـهاز التردميل (البساط المتحرك) Treadmill . . .، وهو عبارة عن بـساط يتحرك عكس اتجاه حـركة اللاعب الذى يقوم بالمشى عليه بسرعة ثابتة تعادل سرعة الجهاز، ثم تزداد سرعة الجهاز، وبالتالى سرعة اللاعب كل ٦٠ ثانية، وتقاس سرعة النبض كل ٦٠ ثانية، . . . كما وضع «بالك» معادلة تستخدم للحصول على كفاءة الفرد هى :

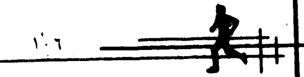
$$\text{النسبة المئوية لكفاءة المختبر} = \frac{\text{عمل المختبر فى الدقيقة الأخيرة من الاختبار}}{\text{متوسط عمل المجموعة}^{(*)}\text{ فى الدقيقة الأخيرة}} \times \frac{\text{متوسط وزن المجموعة}}{\text{وزن الفرد}} \times ١٠٠$$

ثم وضع جدولا للمستويات يوضح تقدير الكفاءة البدنية جدول رقم (٢٨).

٦ – مؤشر الطاقة لباراخ Barach Energy Index :

فى محـاولة لقياس طاقـة الجهاز الدورى من حيـث كمية الدم المدفـوع قام العالم باراخ Barach بوضع مؤشر الطاقة واستخدم فى ذلك المعادلة التالية :

(*) يقصد بالمجموعة هنا الفريق، أو مجموعة القياس، أو العينة التى تجرى الدراسة عليها.



مؤشر الطاقة (E.I.) = (الضغط الانقباضى + الضغط الانبساطى) × سرعة النبض / ١٠٠

وفى التقـويم يستبـعد رقمان من نـتيجة هذه المعـادلة ثم يكشف عن الرقم المتبقى حسب مستويات باراخ.

لتوضيح ذلك نعرض المثال التالى :

إذا بلغ ضغط الدم الانقباضى ١٢٥ مم (مثلا) . . ،

وضغط الدم الانبساطى ٨٥ مم . . ،

وسرعة النبض ٧٢ نبضة فى الدقيقة.

فإن ناتج المعادلة يكون :

مؤشر الطاقة Energy Index = (١٢٥ + ٨٥) × ٧٢ / ١٠٠

= ١٥١٢٠ فـيصـبح الناتج بعـد اسـتـبعـاد الرقمين الأول والثانى هو = ١٥١.

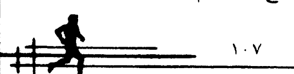
وفى مسـتويات باراخ يـصل مجمـوع الشخص القـوى بين ١١٠ : ١٦٠، والحد الأعلى لقوة القلب لدى الفرد العـادى هو ٢٠٠، أما الحد الأدنى فهو ٩٠، فإذا زاد مجـموع الفرد عن ٢٠٠ تسمى هذه الحـالة الضغط الزائد للدم، وإذا قل عن ٩٠ سميت حالة ضغط الدم الناقص.

٧ ـ اختبار كرمبتون Crempton Test :

يستـهدف هذا الاختبـار التعرف على الحالـة العامة للفرد عن طريق مـقارنة ضـربات القلب وضـغط الدم من وضع الرقـود بمثـيـلاتهـا فى وضع الوقـوف. واستخلص مـن هذا الاختبار أن التغـيير فى وضع الجسم من الرقـود إلى الوقوف يزيد سرعـة القلب من (صفر إلى ٤٤ دقـة فى الدقيقـة). كما تحدث تغـيرات فى ضغط الدم تصل من (ـ ١٠ مم) إلى (+ ١٠ مم).

كما وضع كرمبتون Crempton جدولا يبين مـقدار ضربات القلب والتنفس مع التغيـر فى ضغط الدم، ثم قسم الأفراد (مدارس ثانوية) تبعًا لذلك إلى أقسام ثلاثة هى :

القسم الأول ـ الأفراد الذين يصل مجموع درجاتهم إلى ٩٠ ٪ فأكثر.



جدول رقم (٢٨)

مستويات الكفاءة البدنية لاختبار بالك

النسبة المئوية	التقدير	مدة المشى حتى تصل سرعة النبض إلى ١٨٠/ ق
٧٤ فأقل	ضعيف جدًا	١٢ دقيقة فأقل
٧٥ ـ ٨٤	ضعيف	١٣ ـ ١٤ ق
٨٥ ـ ٩٧	مقبول	١٥ ـ ١٦ ق
٩٨ ـ ١٠٢	متوسط	١٧ ق
١٠٣ ـ ١١٥	جيد	١٨ ـ ١٩ ق
١١٦ ـ ١٢٥	جيد جدًا	٢٠ ـ ٢١ ق
١٢٦ فاكثر	ممتاز	٢٢ دقيقة فأكثر

القسم الثانى ـ الأفراد الذين يصل مجموع درجاتهم من ٨٠ ٪ إلى ٨٩ ٪.

القسم الثالث ـ الأفراد الذين يصل مجموع درجاتهم من ٧٠ ٪ إلى ٧٩ ٪.

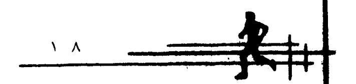
٨ ــ اختبار مك كاردى McKurdy Test :

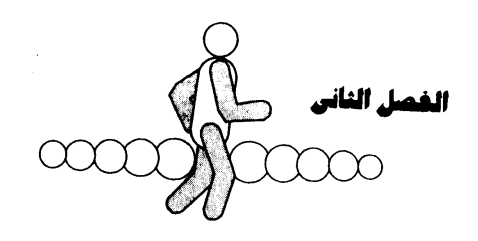
أجرى مك كاردى McKurdy أبحاثه على المراهقيـن وتوصل إلى عدة نتائج أهمها ما يلى :

١ ـ إذا زادت سرعة ضربات القلب فى وضع الوقوف عنها فى وضع الرقود عن ٢٠ ضربة فى الدقيقة، فإن المراهق يحتاج إلى استشارة الطبيب.

٢ ـ إذا أدى المراهق تمرين الجـرى فى المكان بمعدل ١٠ خطوات فى عـشرين ثانية، فـيجب أن يعود إلى حـالته الطبيعـية خلال دقـيقتين من انتـهاء التمرين.

٣ ـ إذا أدى رياضى تمرين الجـرى فى المـكان بمعـدل ٢٠ خطوة فى خـمس ثوان، فيجب أن يعود إلى حـالته الطبيعية فى خلال دقيقـتين من انتهاء التمرين.





الفصل الثانى

الجهاز التنفسى



فسيولوجيا الجهاز التنفسى

يتكون الجـهاز التنفسـى من الممرات الهوائيـة والرئتين وعضـلات التنفس، بالإضافة إلى الأعصاب ومراكز التنفس.

وتتكون الممـرات الهوائيـة من الأنف الذى يضطلع بمسـئوليـة تدفئة الـهواء وتنقيتـه من الغبار، حيث ينتـقل الهواء بعد ذلك إلى البلعوم الذى يقـوم بتحويل الهواء إلى القصبـة الهوائية التى تنقسم إلى فرعين يتجه كل فـرع منهما إلى إحدى الرئتين وهـما الشعـبتان الـيمنى واليسـرى، ثم تتفـرع كل شعبـة داخل الرئة إلى الشعيبات الهوائية وهى فى تفرعها تشبه تفرعات الشجرة.

تستحوز الرئتان على معظم التجويف الصدرى، ويتكون نسيج الرئة من عدد كبير من الحويصلات المتصلة بالشعيبات، ويحيط بالحويصلات شبكة من الشعيرات الدموية التى تساعـد رقة جدار كل منها على إتمام عملية تبـادل الغازات بالرئتين، ويمكن تلخيص العمليات الفسيولوچية للتنفس فى النقاط التالية :

١ ـ التهوية الرئوية (التنفس الخارجى) وتعنى تبادل الغازات بين الحويصلات الهوائية والبيئة الخارجية.

٢ ـ تبادل الأكسچين وثانى أكسيد الكربون بين الحويصلات الهوائية والدم.

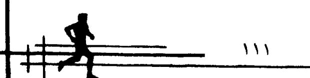
٣ ـ نقل الأكسچين وثانى أكسيد الكربون فى الدم من وإلى خلايا الجسم.

٤ ـ تبادل الأكسچين وثانى أكسيد الكربون بين الدم والأنسجة.

٥ ـ تنظيم التنفس.

يقوم الجـهاز التنفسى بكثـير من المتطلبـات المهمة خـلال النشاط الرياضى، وذلك بغرض التعاون مع الجهاز الدورى بشكل فعال ..، فالجهاز التنفسى فى حد ذاته لايعتبـر عاملا معـوقًا فى عمليات نقل واستـهلاك الأكسچـين بالجسم خلال النشاط الرياضى.

وتتلخص الفعالية الأساسية لوظائف الجهـاز التنفسى فى تأثير عملية التهوية الرئوية لتحقيق كـفاءة تبادل الغازات بين الحويصلات الهوائية بالرئتـين والشعيرات

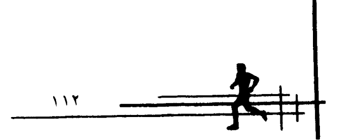


الدموية، حيث يتم انتقال الغازات من الحويصلات إلى الشعيرات والعكس. حيث ينتقل ثانى أكسيد الكربون من الشعيرات الدموية إلى الحويصلات تمهيدا لخروجه من الرئتين إلى خارج الجسم، فى الوقت الذى ينقل الأكسجين بواسطة الدم إلى جميع أنسجة الجسم.

تحت تأثير التدريب الرياضى المنتظم تتحسن لدى الرياضيين قوة عضلات التنفس (عضلة الحجاب الحاجز وعضلات ما بين الأضلاع).. ، وبفضل ذلك تتحقق عملية الإمداد بالأكسجين والتخلص من ثانى أكسيد الكربون التى تزداد متطلباتها خلال النشاط الرياضى، حيث تزداد التهوية الرئوية خلال أداء المجهود البدنى .. إذ يقل زمن الدورة التنفسية وتبرز الحاجة إلى زيادة حجم التنفس بالرغم من قصر زمن الفترة التى يتم فيها خلال النشاط الرياضى.

فى هذا المجال ... ، فإن المشكلة الرئيسية لوظائف الجهاز التنفسى تتلخص فى دراسة فعالية التهوية الرئوية وبالتالى عملية تبادل الغازات بين الحويصلات الرئوية والدم فى الرئتين، حيث يتم انتقال الأكسجين من الحويصلات الهوائية إلى الشعيرات الدموية (الدم) وعلى العكس من ذلك يتم انتقال ثانى أكسيد الكربون من الشعيرات الدموية (الدم) إلى الحويصلات الهوائية (الرئتين). وهذا يمثل أهم الجوانب الأساسية فى فاعلية وظائف الجهاز التنفسى.

وتحت تأثير التدريب المنتظم تزيد قوة العضلات المسئولة عن حركة الجهاز التنفسى لإتمام عملية الشهيق والزفير وهى عضلات الحجاب الحاجز وعضلات ما بين الأضلاع، وبفضل ذلك تتحسن عملية التهوية الرئوية وخاصة فى ظروف الأداء أثناء النشاط الرياضى، حيث تكون من الأهمية بمكان أن تقوم عضلات التنفس بمهمة زيادة حجم هواء التنفس فى أقصر وقت ممكن وذلك تمشيا مع قصر زمن عملية التنفس أثناء أداء النشاط الرياضى.



عوامل مهمة لدراسة الجهاز التنفسى

١ ـ العمر والجنس :

لايمكن تحقيق تقويم سليم لحالة وظائف الجهاز التنفسى دون التحديد الدقيق للعمر والجنس، وكمثال على ذلك عند قياس السعة الحيوية ومقارنتها بالسعة الحيوية الفرضية التى يجب أن يكون الفرد عليها فإن ذلك يتم فى ضوء عاملى العمر والجنس.

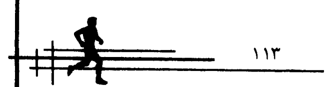
٢ ـ التخصص والمستوى الرياضى :

تختلف طبيعة التنفس تبعًا لاختلاف وتباين التخصصات الرياضية، مثلا يكون التنفس عميقًا وإيقاعيًا فى التجديف، بينما يكون عكس ذلك أى سطحيًا وغير إيقاعى لدى لاعبى الملاكمة. وقد يكون التنفس متميزًا بكتم النفس كما هو الحال لدى لاعبى رفع الأثقال.

لذلك فإن الجهاز التنفسى ذو أهمية كبيرة للأنشطة الرياضية المميزة بالتحمل وذلك بشكل يفوق الأنشطة الأخرى، كما يرتبط مستوى الرياضى أيضًا بمستوى كفاءة حالته الوظيفية الخاصة بجهازه التنفسى، حيث يؤثر الانتظام فى التدريب لعدة سنوات على أجهزة الجسم ومن بينها الجهاز التنفسى.

٣ ـ فترة الراحة بعد التدريب :

التعب يؤثر على نتائج اختبارات الجهاز التنفسى، لذا يلزم التأكد من أن الرياضى غير متعب قبل تطبيق اختبارات الجهاز التنفسى. وحيث إن ظاهرة التعب تعتبر إحدى الظواهر الطبيعية المصاحبة للتدريب الرياضى فإن الأمر يتطلب قبل إجراء أى قياس بغرض تقويم حالة الجهاز التنفسى لدى الرياضى أن يكون ذلك فى موعد مناسب بعد زوال نتائج التعب الحادثة بناء على التدريب الرياضى. . ، هذا إجراء ضرورى إلا إذا كان هناك أغراض تتعلق بدراسة تأثير ظاهرة التعب نفسها على الجهاز التنفسى كدالة أو كإحدى الدلالات لتحديد مدى التكيف مع الحمل التدريبى.



٤ ــ الإحساس الشخصى :

يجب التعرف علـى إحساس الفرد بحالتـه من حيث طبيعة عـملية التنفس، وعدم وجود أى مـعوقات فى عمليـة التنفس. . ، لذلك يجب سؤال الرياضى عن إحساسه من حيث :

- هل يشعر بشد فى عضلات الصدر ؟
- هل يشعر بعدم كفاية هواء الشهيق ؟
- هل يستمر فى النهجان لفترة طويلة بعد أداء المجهود البدنى ؟

٥ ــ حالة التنفس من خلال الأنف :

يجب التـأكد مـن كون الرياضى يسـتطيع التنـفس من خلال أنفـه دون أى معوقـات. هذا أمر مهم لأن عملية التنفس عن طريق الأنف يسـمح لها بأن تقوم بوظائفها التى تتـضمن ترطيب وتدفئة هواء الشهـيق . . ، ولكن عند أداء المجهود البدنى لدرجة ما فإن ذلك يجعل عملية التنفس من خلال الأنف أمرا صعبًا.

٦ ــ الخلو من أمراض الجهاز التنفسى :

تؤثر أمراض الجهاز التنفسى سلبًا على وظائف هذا الجهاز، لذلك فإن معرفة التاريخ المرضى للرياضى من الأمور المهمة التى تسـاعد على تفسير النتائج التى يتم التوصل إليها عن الجهاز الدورى.

٧ ــ قوانين الغاز :

وهى مجـموعة من القـوانين التى تؤثر على حجم الغـازات تبعًا لاخـتلاف ظروف القياس من حـيث «درجة الحرارة» و«الضغط» . . ، حـيث إن كلا العاملين يؤثران على حجم الغازات المقاس.

ولكى تكون القيـاسات الخاصة بالجهـاز التنفسى صحيـحة يجب الأخذ فى الاعتبار عاملى «درجة الحرارة» و«الضغط» . . . ولهذه العوامل ثلاثة أشكال للتأثير هى :

(أ) درجة حرارة الجسم نفسه وضغط الغازات . . ، ويطلق عليها المصطلح . . (BTPS)

(ب) درجة حرارة البيئة والضغط المحيط، ويطلق عليها مصطلح (ATPS) . .

(جـ) الظروف المعيارية التي يمكن أن تحول نتائج القياسات إليها لسهولة المقارنة ويطلق عليها مصطلح (STPD).

لكي تكون القياسات المستخلصة سليمة يجب دائمًا تصحيحها بناء على تحديد تأثير عاملي الحرارة والضغط من خلال النماذج الثلاثة سابقة الذكر . . . وسوف نعود مرة أخرى لتناول هذه العوامل تفصيليًا تحت عنوان قوانين الغازات.

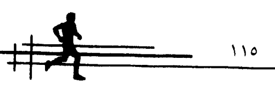
محددات دراسة الجهاز التنفسي

من الناحية الفسيولوجية تشتمل عملية التنفس على جانب خارجي يقوم به الجهاز التنفسي حتى مستوى الرئتين والحويصلات الهوائية، وجانب داخلي تقوم به أجهزة الجسم الأخرى المسئولة عن نقل الأكسجين واستهلاكه.

ويعتبر الجهاز التنفسي الخارجي من الأجهزة الحيوية التي تقع عليها أعباء ومتطلبات النشاط الرياضي لما لوظائف الجهاز التنفسي من ارتباط وثيق بوظائف الجهاز الدوري، هذا مع الأخذ في الاعتبار أن الجهاز التنفسي في حد ذاته لايعتبر معوقًا أساسيًا في توصيل الأكسجين إلى أنسجة الجسم المختلفة خلال النشاط البدني.

يستخدم لتقويم الحالة الوظيفية للجهاز التنفسي الخارجي البيانات الطبية العامة الناتجة عن الفحوص المختلفة مثل :

- بيانات التاريخ المرضي . Anamnesis
- الجس . Palpation
- القرع . Percussio
- التسمع . Ausculatio



هذه الوسائل تساعـد الطبيب على تحديد بداية أو اختفاء الإصـابات المرضية الرئوية، غير أن دراسة الجـهاز التنفسى للفرد الرياضى فى حالته الصحـية السليمة تتطلب قدرًا عميقًا من الفحوص والقيـاسات والاختبارات التى تحدد مستوى الحالة التدريبيـة للرياضى، حيث يمكن تحليل عمل الجـهاز التنفسى للرياضـيين من عدة جوانب مـختلفة، وعن طريق تحـديد طبيعـة الوظائف المسئولة عن حـركة التنفس يمكن التعرف على الحالة الوظيفية للجهاز التنفسى . . ، لذلك يلزم دراسة :

- الأحجام الرئوية.
- السعات الرئوية.
- قوة عضلات التنفس وحجم وسرعة سريان الهواء.
- قياس أكسچين الدم.

وفيـما يلى نلقـى بعض الضوء على هذه الأمـور موضـحين طرق القـياس المستخدمة فيها.

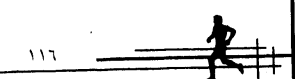
أولا ـ الأحـجام الرئوية The Pulmonary Volumes :

يعتبر تقدير أحجام حركة الهواء الداخل والخارج إلى ومن الرئتين من أسهل طرق دراسة التهوية الرئوية، وهذه العملية تسمى العملية الأسبيرومترية Spiromtry وتقاس بجهاز الأسبيروميتر Spirometer .

وهناك أربعة أحـجام تكون فى مجملهـا الحجم الأقصى لسعـة الرئتين وهى كما يلى :

١ ـ حجم هواء التنفس العادى The Tidal Volum (TV) :

وهو حجم هواء الشـهيق أو الزفير فى المرة الواحدة، ويـتراوح ما بين ٣٥٠ إلى ٨٠٠ ملّيلتـر، بمتوسط قـدره ٥٠٠ ملّيلتر، ويزيد أثناء النشـاط البدنى ليـبلغ حوالى من لتر إلى لترين (١ ـ ٢ لتر) على حساب حجم احتياطى الشهيق أكثر منه من احتياطى الزفير.



٢ ـ احتياطى هواء الزفير (Expirotory Reserve Volum (ERV :

وهو حـجم الهواء الذى يمكن إخـراجه بالإضـافة إلى حـجم هواء الزفـير العادى، ويبلغ حجمه عادة حوالى ١١٠٠ ملّيلتر.

٣ ـ احتياطى هواء الشهيق (Inspiratory Reserve Volum (IRV :

وهو حجم الهـواء الذى يمكن استنشاقـه بالإضافة إلى حجم هواء الشـهيق العادى ويبلغ حجمه عادة حوالى ٣٠٠٠ ملّيلتر.

٤ ـ حجم الهواء المتبقى (Residual Volum (RV :

وهو حـجم الهواء الذى يبـقى فى الرئتـين وعادة مـا يبلغ حجـمه حـوالى ١٢٠٠ ملّيلتر.

والشكل رقم (١٣) يوضح السعات الرئوية والأحجام الرئوية.

<table dir="rtl">
<tr><th colspan="2">السعات الرئوية</th><th colspan="2">الأحجام الرئوية</th></tr>
<tr><td rowspan="4">السعة الحيوية الكلية (٥٨٠٠ ملّيلتر)</td><td rowspan="3">السعة الحيوية (٤٦٠٠ ملّيلتر)</td><td rowspan="2">سعة الشهيق (٣٥٠٠ ملليلتر)</td><td>احتياطى هواء الشهيق (٣٠٠٠ ملّيلتر)</td></tr>
<tr><td>حجم هواء التنفس العادى</td></tr>
<tr><td rowspan="2">السعة الوظيفية المتبقية (٢٣٠٠ ملليلتر)</td><td>احتياطي هواء الزفير (١١٠٠ ملّيلتر)</td></tr>
<tr><td>حجم الهواء</td><td>حجم الهواء المتبقي (١٢٠٠ ملّيلتر)</td></tr>
</table>

شكل رقم (١٣)
السعات الرئوية والأحجام الرئوية

ثانيًا ـ السعات الرئوية The Pulmonary Capacities :

تتكون السعات الرئوية أساسًا من تصنيفات الأحجام الرئوية فى مجموعات تسمى السعات الرئوية وتشمل ما يلى :

١ ـ سعة الشهيق Inspiratory Capacity :

وهى تساوى حجم الهواء التنفسى العادى، بالإضافة إلى احتياطى هواء الشهيق (حوالى ٣٥٠٠ ملّيلتر) وهى السعة التى يمكن للإنسان أن يستخدمها فى الأحوال العادية وكذلك فى أقصى حد لها.

٢ ـ السعة الوظيفية المتبقية The Functional Residual Capacity :

وهى تتكون من احتياطى هواء الزفير، بالإضافة إلى حجم الهواء المتبقى، وهذه السعة تمثل حجم الهواء الذى يبقى فى الرئتين حتى نهاية الزفير العادى (حوالى ٢٣٠٠ ملّيلتر).

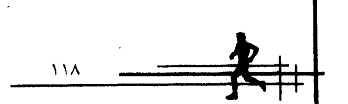
٣ ـ السعة الحيوية The Vital Capacity (VC) :

وهى تساوى مجموع حجم احتياطى الشهيق، بالإضافة إلى هواء الشهيق العادى بالإضافة إلى احتياطى الزفير، وهذه السعة تعتبر أكبر حجم للهواء يستطيع الإنسان أن يخرجه بعد أخذ أقصى شهيق وعادة ما تبلغ ٤٦٠٠ ملّيلتر. ويمكن أن تصل إلى ٦ ـ ٧ لترات لدى طوال القامة.

٤ ـ السعة الرئوية الكلية The Total Lung Capacity:

وهى أقصى سعة تمثل أكبر حجم للهواء تستطيع الرئتان استيعابه بعد أقصى شهيق (حوالى ٥٨٠٠ ملّيلتر).

انظر الشكل السابق رقم (١٣) الذى يوضح السعات الرتوية والأحجام الرئوية.



طرق قياس وتقويم الجهاز التنفسى

١ ـ قياس السعة الحيوية :

تعتبر السعة الحيوية Vital Capacity ذلك الجزء من السعة الرئوية العامة الذى يمكن تحديده بأقصى حجم لهواء الزفير بعد أقصى زفير، وتنقسم السعة الحيوية إلى ثلاثة أجزاء هى :

١ ـ حجم هواء الزفير.

٢ ـ حجم هواء التنفس.

٣ ـ حجم احتياطى هواء الشهيق.

ويمثل حجم احتياطى هواء الشهيق تقريبا نصف حجم السعة الحيوية كلها، وخاصة أن هذا الجزء من الهواء هو الذى يستخدم لزيادة عمق التنفس خلال العمل البدنى، بينما يمثل احتياطى هواء الزفير حوالى ثلث (١/٣) السعة الحيوية، وهو يساهم فى زيادة عمق التنفس أثناء الحمل البدنى ولكن بدرجة أقل من احتياطى هواء الشهيق.

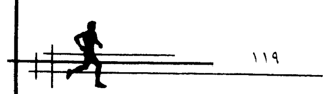
حجم هواء التنفس هو حجم الهواء الذى يدخل إلى الرئتين أثناء الشهيق.

تستخدم عدة أنواع مختلفة من الأجهزة لقياس السعة الحيوية منها جهاز الأسبيروميتر المائى، والأسبيروميتر الجاف ... انظر الشكل رقم (١٤)، والشكل رقم (١٥). وعند قياس السعة الحيوية يجب أن يكون المختبر فى الوضع الرأسى.

وتعتبر السعة الحيوية أحد المقاييس المهمة للحالة الوظيفية للجهاز التنفسى حيث يرتبط مقدارها بالأحجام الرئوية وكذلك بقوة عضلات التنفس.

ويتطلب تقويم السعة الحيوية للفرد أن تتم المقارنة بين السعة الحيوية المسجلة والتى قام فعلا بتحقيقها على الجهاز ومقدار السعة الحيوية المفترض أن يكون عليها هذا الفرد.

ويمكن حساب السعة الحيوية الفرضية فى هذه الحالة عن طريق عدة معادلات رياضية توصل لها العلماء عن طريق بعض المقاييس الأنثروبومترية للفرد، بالإضافة إلى عاملى السن والجنس.





شكل رقم (١٤)
الأسبيروميتر المائى
عن : (Clarke, 1967)



شكل رقم (١٥)
الأسبيروميتر الجاف
عن: (محمد صبحى حسانين، ١٩٩٦م)

في مجال الطب الرياضى تستخدم معادلات Kornan, Boldoin, Ritchard كما يلى :

* السعة الحيوية الفرضية (رجال) =

(٢٧,٦٣ ـ ٠,١١٢ × العمر بالسنة) × الطول بالسنتيمتر.

* السعة الحيوية الفرضية (سيدات) =

(٢١,٧٨ ـ ٠,١٠١ × العمر بالسنة) × الطول بالسنتيمتر.

كما يقترح روسيل (Russell, 1978) (*) المعادلة التالية لاستخراج السعة الحيوية الفرضية:

* السعة الحيوية الفرضية (رجال) =

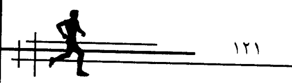
(٠,١٢١٠٢ × الطول بالبوصة) ـ (٠,٠١٣٥٧ × السن بالسنة) ـ ٣,١٨٣٧٣.

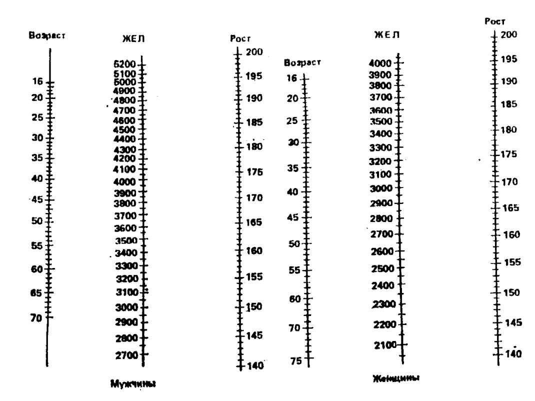
* السعة الحيوية الفرضية (سيدات) =

(٠,٠٧٨٣٣ × الطول بالبوصة) ـ (٠,٠١٥٣٩ × السن بالسنة) ـ ١,٠٤٩١٢.

والشكل رقم (١٦) يوضح نومجرام سورتيسون لتحديد السعة الحيوية الفرضية للرجال بدلالة الطول والسن. وكذلك الشكل رقم (١٧) الذى يوضح إمكانية تحديد السعة الحيوية الفرضية للنساء بدلالة الطول والسن أيضًا. وفى كلا الشكلين (١٦، ١٧) المطلوب فقط هو تحديد الطول بالسنتيمتر والعمر بالسنة للمختبر وتحديد كل منهما على العمود المخصص لذلك، يتم بعد ذلك الإيصال بين النقطتين اللتين تم تحديدهما بالقلم الرصاص والمسطرة ...، الخط المرسوم والموصل بين النقطتين يمر على التدريج الأوسط الذى يمثل السعة الحيوية الفرضية، نقطة التقاء الخط المرسوم على التدريج الأوسط تمثل قيمة السعة الحيوية الفرضية للمختبر.

(*) Russell, G. K. (1978) : Laboratory Investigations in Human Physiology, Macmillan Publishing Co., Inc., New York.



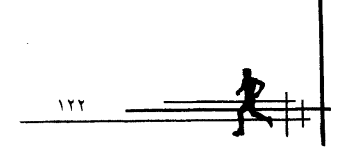


شكل رقم (١٧)
نومجرام السعة الحيوية للرجال

شكل رقم (١٦)
نومجرام السعة الحيوية للنساء

نومجرام سورتيسون لتحديد السعة الحيوية الفرضية للرجال والنساء بدلالة الطول والعمر
عن : (Karpman, 1980)

(١) الطول (سم).
(٢) السعة الحيوية (مل).
(٣) العمر (سنة).



وينصح بعض الباحثين أيضًا باستخدام معادلة Antony and Vintrakhta كما يلى :

السعة الحيوية الفرضية = التمثيل الغذائى القاعدى الفرضى (*) بالسعر الحرارى × K .

حيث K = معامل ثابت للرجال (٢,٦)، وللنساء (٢,٢).

وتنسب السعة الحيوية إلى السعة الحيوية الفرضية أى :

$$\frac{\text{السعة الحيوية}}{\text{السعة الحيوية الفرضية}} \; (\%)$$

وغالبًا لايتعدى الناتج أكثر من ٩٠٪ للأفراد العاديين غير الرياضيين، بينما يمكن أن يصل إلى ١٠٠٪ بالنسبة للرياضيين.

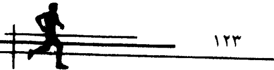
ويتراوح مدى السعة الحيوية لدى الرياضيين من ٣ ـ ٨ لتر، وقد سجلت بعض الحالات النادرة للسعة الحيوية للرجال بلغت ٨,٧ لتر وللسيدات ٥,٣ لتر.

والجدول رقم (٢٩) يوضح السعة الحيوية لدى الرياضيين فى أنشطة رياضية مختلفة محسوبة بالمليلتر.

جدول رقم (٢٩)
السعة الحيوية فى بعض الأنشطة الرياضية

النشاط الرياضى	السعة الحيوية	النشاط الرياضى	السعة الحيوية
السباحة	٥٨٩٥	الدراجات	٥٠٠٠
الكرة الطائرة	٥٥٨٥	الجرى	٥٠٠٠
كرة السلة	٥٥٢٠	المبارزة	٤٩٧٠
التجديف	٥٤١٠	المصارعة	٤٧٤٠
كرة القدم	٥٢٦٠	الملاكمة	٤٦٩٠
رفع الأثقال	٥١٤٠	الجمباز	٤٤٥٠
الانزلاق	٥٠٣٠		

(١) سيتم شرح طريقة تحديد التمثيل الغذائى القاعدى فى نهاية هذا الفصل.



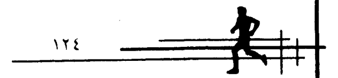
ويلاحظ فى الجدول رقم (٢٩) أن أكبر حجم للسعة الحيوية لدى لاعبى الأنشطة التى تتطلب عنصر التحمل endurance، هذا ويجب ملاحظة أن قياسات السعة الحيوية لاتعبر بصفة عامة عن كفاءة عمل الجهازين الدورى والتنفسى، حيث إن هذا الحجم يعبر عن قدرة الرئتين على استيعاب الهواء، غير أن عملية نقل الأكسجين بواسطة الدم إلى العضلات من مهام الجهاز الدورى.

لذلك فإن السعة الحيوية فى حد ذاتها تتعاظم أهميتها بالنسبة للمدرب الرياضى فى حالة معرفة أن حجم هواء التنفس أثناء الأداء البدنى الأقصى يساوى نصف حجم السعة الحيوية تقريباً. ولذلك فإن معرفة السعة الحيوية تعتبر مؤشراً لمعرفة حجم هواء التنفس الأقصى عند أداء الحمل البدنى. وكلما زاد حجم هواء التنفس قل معدل التنفس فى الدقيقة، وبالتالى زادت اقتصادية استهلاك الأكسجين، وكلما قل حجم هواء التنفس زاد معدل التنفس فى الدقيقة وزاد بالتالى حجم الأكسجين المستهلك فى عمل عضلات التنفس ذاتها نتيجة لزيادة معدل التنفس فيكون ذلك على حساب الأكسجين المستهلك لباقى الجسم.

٢ - قياس السعة الحيوية السريعة

: Forced Vital Capacity (FVC)

يعتبر .Votcha B.E أول من لفت الانتباه إلى أهمية دور سرعة خروج هواء الزفير عند قياس السعة الحيوية، حيث إنه إذا ما تم إخراج الزفير بأقصى سرعة فإن مقدار ما يسجل من السعة الحيوية يكون عادة أقل من السعة الحيوية البطيئة بمقدار ٢٠٠٠ - ٣٠٠٠ ملِّيلتر، وتلا ذلك Tefno الذى استخدم جهاز رسم الأحجام الرئوية Spirograph ونجح من خلاله فى تسجيل السعة الحيوية السريعة خلال الثانية الأولى (FVC_1). وتتضح أهمية قياس السعة الحيوية السريعة عند مقارنتها بمثيلاتها البطيئة لنفس الشخص ...، وهذا مفيد فى تشخيص كثير من الأمراض المعوقة للجهاز التنفسى، وعلى سبيل المثال فى حالة مرض الانتفاخ Emphysema تصبح جدران الحويصلات صلبة وتفقد خاصية المطاطية، ويؤدى ذلك إلى إمكانية أن يكون الشهيق طبيعيًا أو بدرجة أقل، غير أن انقباض الحويصلات لطرد هواء الزفير يتأخر ....، حيث يمكن ملاحظة ذلك بسهولة عن طريق المقارنة بين السعة



الحيويـة البطيئة والسعـة الحيوية السريعـة. وهذا الفرق يجب ألا يزيد عن ٢٠٪، حيث إن السعـة الحيوية السريعة يجب أن تكون فى حـدود ٨٠ ـ ٨٥ ٪ من السعة الحيوية البطيئة. وترتفع هذه النسبة قليلا لدى الرياضيين.

وفى حالة وجود بعض المعـوقات فى المسالك الهوائيـة يمكن أن تصل نسبة السعة الحيوية البطيئة فى الثانية الأولى إلى ٢٠ ـ ٤٠٪ من السعة الحيوية السريعة.

ويمكن استخـدام القياس للسعـة الحيوية السريعـة خلال نهاية الثانيـة الثانية (FVC_2) والثالثة (FVC_3) دون الاقتصار فقط على الثـانية الأولى، وعادة ما يطرد الشخص السليم صـحيًا ٨٣٪ من حـجم الهواء فى السعـة الحيوية البطيئـة خلال الثانية الأولى، وتزيد هذه النسـبة لتصل إلى ٩٤٪ خلال الثانية الثـانية، بينما تبلغ ٩٧٪ عند الثانية الثالثة.

ويقترح روسيل (Russell, 1978) المعادلة التاليـة لاستخراج السعـة الحيوية السريعة الفرضية :

*** للرجال :**

السعة الحيوية خلال الثانية الأولى (FVC_1) =

١,٥٠٧٢٣ ـ (A × ٠,٠٢٣٢٠) − (H × ٠,٠٩١٠٧)

حيث : A = العمر بالسنة.

H = الطول بالبوصة.

*** للسيدات :**

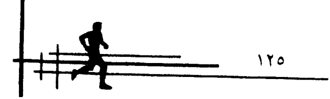
السعة الحيوية خلال الثانية الأولى (FVC_1) =

٠,١٨٦٩٣ ـ (A × ٠,٠١٩٣٦) − (H × ٠,٠٦٠٢٩)

حيث : A = العمر بالسنة.

H = الطول بالبوصة.

هذا ويمكن استخدام السعـة الفرضية فى إيجاد النسبة المئوية للسعـة الحقيقية والتى عادة ما تتراوح ما بين ٨٥ ـ ١١٥ ٪.



٣ ـ قياس السعة التنفسية القصوى

Maximum Breathing Capacity (MBC)

السعة التنفسية القصوى (MBC) أو كما يطلق عليهـا البعض التهوية الرئوية القصوى Maximum Pulmonary Ventilation ويرمز لهـا بالحرف (V_E) . . هى عـبارة عن أقـصى حجم للهـواء يدخـــل ويخـرج إلى ومن الرئتين فى الدقـيقـة الواحدة .

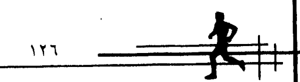
ويتم قياس السعة التنفسية القصـوى بمحاولة أخذ شهيق وزفير بأقصى سرعة خلال ١٢ ـ ١٥ ـ ٢٠ ثانية، وبالضرب فى ٥، ٤، ٣ يتم تحويل نسبة الناتج خلال أى فترة زمنية إلى دقيقة .

هذا ويمكن أن يصل الحجم الأقصى إلى ٢٠٠ ـ ٢٥٠ لتـر/ دقيقة، ويعطى هذا الاختبـار فكرة متكاملة عن إمكانات زيادة التهـوية الرئوية إراديًا والتى يتحكم فيـها عمل الجهـاز التنفسى الخارجى وثبات مـركز التنفس فى مواجـهة نقص ثانى أكسـيد الكربون Hypocapnia والدافعيـة نظرًا لارتباط نتيـجة الاختبار بـإحساس المفحوص بالنسبة للمشرف على الاختبار .

فى الوقت الحالـى يحكم على السعة الـتنفسيـة القصوى عـن طريق المقدار المسـجل للتهـوية الرئوية عند أداء عمل مـعين (فى ظروف تحـديد الحد الأقـصى لاستهلاك الأكسچين) .

ويتم قيـاس السعة التنفسـية القصـوى عن طريق عداد غازات مثـبت بأنبوبة مطاطة مثبتة فى علبة، وبعد تسجيل البيانات الأولية يطلب من المختبر أن يضع فى فمـه المبسم المـتصل بالأنبـوبة المطاط مع مسك الأنف بالماسك أو الأصـابع، ومن وضع الشهـيق بعمق يتم أداء الشهـيق والزفير بأقصى سـرعة لمدة ١٢ ـ ١٥ ـ ٢٠ ثانية (إحدى هذه الفتـرات) على أن يتم القياس باستخدام سـاعة إيقاف، ويسجل الناتج بعد تحويله إلى دقيقة كما سبق شرحه .

ويتم حسـاب السعة التنفسـية لتحديد نسـبتها المئـوية بعد استخـراج السعة التنفسية القصوى الفرضية من المعادلة التالية :



السعة الفرضية = ١/٢ (السعة الحيوية الحقيقية) × ٣٥

مثال :

- السعة التنفسية القصوى الفرضية = ١٤٠ لتر/دقيقة.
- السعة الحيوية الحقيقية = ٤ لتر.

بتطبيق المعادلة :

- السعة الحيوية القصوى الفرضية = ١/٢ (٤ لتر) × ٣٥
= ٧٠ لتراً
- النسبة المئوية للسعة التنفسية القصوى الحقيقية =

$$\frac{١٤٠ \times ١٠٠٪}{٧٠} = ٢٠٠٪$$

وعادة مـا تكون السعة التنـفسيـة القصوى تتـراوح ما بين ٨٥ ـ ١١٥٪ من السعة التنفسية الفرضية، وكلما زادت السعة التنفسية القصوى الحقيقية زادت النسبة المئوية لها، ودل ذلك على كفاءة الجهاز التنفسى الخارجى.

كما اقترح روسيل (Russell, 1978) المعادلة التالية :

*** للرجال :**

السعة التنفسية القصوى (MBC) =

(٨٦,٥ ـ ٠,٠٥٥٢ × A) × m^2 .

*** للسيدات :**

السعة التنفسية القصوى (MBC) =

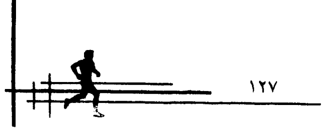
(٧١,٣ ـ ٠,٤٧٤٤ × A) × m^2 .

حيـث : A = العمر بالسنة.

m^2 = مساحة الجسم بالمتر المربع.

ولاستـخراج مساحـة الجسم بدلالة الطول بالسنتـيمتـر والوزن بالكيلوجرام يمكن استخدام الجدول رقم (٣٠) (*).

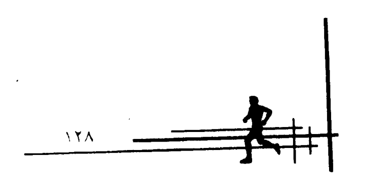
(*) راجع مساحة الجسم فى نهاية هذا الفصل.



جدول رقم (٣٠)

مساحة مسطح الجسم بالمتر المربع

الطول (سم)	الـوزن (كجـم)																
	٢٥	٣٠	٣٥	٤٠	٤٥	٥٠	٥٥	٦٠	٦٥	٧٠	٧٥	٨٠	٨٥	٩٠	٩٥	١٠٠	١٠٥
٢٠٠							١,٨٤	١,٩١	١,٩٧	٢,٠٣	٢,٠٩	٢,١٥	٢,٢١	٢,٢٦	٢,٣١	٢,٣٦	٢,٤١
١٩٥						١,٧٣	١,٨	١,٨٧	١,٩٣	١,٩٩	٢,٠٥	٢,١١	٢,١٧	٢,٢٢	٢,٢٧	٢,٣٢	٢,٣٧
١٩٠				١,٥٦	١,٦٣	١,٧	١,٧٧	١,٨٤	١,٩	١,٩٦	٢,٠٢	٢,٠٨	٢,١٣	٢,١٨	٢,٢٢	٢,٢٨	٢,٣٣
١٨٥				١,٣٥	١,٦	١,٦٧	١,٧٤	١,٨	١,٨٦	١,٩٢	١,٩٨	٢,٠٤	٢,٠٩	٢,١٤	٢,١٩	٢,٢٤	٢,٢٩
١٨٠				١,٤٩	١,٥٧	١,٦٤	١,٧١	١,٧٧	١,٨٣	١,٨٩	١,٩٥	٢,٠٠	٢,٠٥	٢,١٠	٢,١٥	٢,٢	٢,٢٥
١٧٥	١,١٩	١,٢٨	١,٣٦	١,٤٦	١,٥٣	١,٦١	١,٦٧	١,٧٣	١,٧٩	١,٨٥	١,٩١	١,٩٦	٢,٠١	٢,٠٦	٢,١١	٢,١٦	٢,٢١
١٧٠	١,١٧	١,٢٦	١,٣٤	١,٤٣	١,٥٠	١,٥٧	١,٦٣	١,٦٩	١,٧٥	١,٨١	١,٨٦	١,٩١	١,٩٦	٢,٠١	٢,٠٦	٢,١١	
١٦٥	١,١٤	١,٢٣	١,٣١	١,٤٠	١,٤٧	١,٥٤	١,٦	١,٦٦	١,٧٢	١,٧٨	١,٨٣	١,٨٨	١,٩٣	١,٩٨	٢,٠٣	٢,٠٧	
١٦٠	١,١٢	١,٢١	١,٢٩	١,٣٧	١,٤٤	١,٥٠	١,٥٦	١,٦٢	١,٦٨	١,٧٣	١,٧٨	١,٨٣	١,٨٨	١,٩٣	١,٩٨		
١٥٥	١,٠٩	١,١٨	١,٢٦	١,٣٣	١,٤٠	١,٤٦	١,٥٢	١,٥٨	١,٦٤	١,٦٩	١,٧٤	١,٧٩	١,٨٤	١,٨٩			
١٥٠	١,٠٦	١,١٥	١,٢٣	١,٣	١,٣٦	١,٤٢	١,٤٨	١,٥٤	١,٦	١,٦٥	١,٧	١,٧٥	١,٨٠				
١٤٥	١,٠٣	١,١٢	١,٢	١,٢٧	١,٣٣	١,٣٩	١,٤٥	١,٥١	١,٥٦	١,٦١	١,٦٦	١,٧١					
١٤٠	١,٠٠	١,٠٩	١,١٧	١,٢٤	١,٣	١,٣٦	١,٤٢	١,٤٧	١,٥٢	١,٥٧							
١٣٥	,٩٧	١,٠٦	١,١٤	١,٢	١,٢٦	١,٣٢	١,٣٨	١,٤٣	١,٤٨								
١٣٠	,٩٥	١,٠٤	١,١١	١,١٧	١,٢٣	١,٢٩	١,٣٥	١,٤٠									
١٢٥	,٩٣	١,٠١	١,٠٨	١,١٤	١,٢	١,٢٦	١,٣١	١,٣٦									
١٢٠	,٩١	,٩٨	١,٠٤	١,١٠	١,١٦	١,٢٢	١,٢٧										



٤ ـ قياس السعة الحيوية الديناميكية Dynamic Vital Capacity :

تقاس السعة الحيوية الديناميكية عـن طريق تحديد تغيرات السعة الحيوية تحت تأثير الاحمال البدنية، وذلك بتحديد القياس القبلى للسعة الحيوية فى حالة الراحة ثم يقوم المختبـر بأداء الحمل البدنى (مثلا : الجرى فى المكان دقيـقتين بمعدل ١٨٠ خطوة فى الدقيـقة مع رفع الركبـة لزاوية ٧٠ ـ ٨٠ درجة) ويتم بعد ذلك قـياس السعة الحيوية (القياس البعدى).

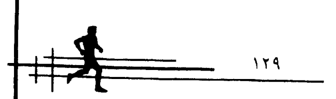
بناء على حالة الجهاز التنفسى الخارجى الوظيفية والجهاز الدورى يكون التغير الحادث فى السعة الحيـوية (مقارنة القياس البعدى بالقياس القبلى) إمـا بعدم التغير فى حجم السعة الحـيوية أو الزيادة أو النقصان. مع ملاحظة أن التـغير الحادث فى حجم السعة الحيوية فى حالة الزيادة يجب أن يكون فى حدود ٢٠٠ مليلتر.

هذا ويجب ملاحظة أن أداء الجرى فى المكان لمدة دقيقتين كحمل بدنى يمكن أن ينفذ فى قاعـة الدراسة أو فى أى مكان آخر، كما يمكن اسـتخدام أى تمرينات أخرى مـحددة، أو جرعات تدريب مـقننة كبديل للـجرى فى المكان،وذلك بنفس أسلوب القياس القبلى والبعدى للسعة الحيوية.

ومن أشهر اخـتبارات السعة الحـيوية الديناميكية اختـبار روزينتال Rozental Test، وفيه يتم قياس السعة الحـيوية خمس مرات بفاصل ١٥ ثانية للراحة بين كل قياس والآخر.

هذا الاختبـار يماثل اختبار السعة الحـيوية الديناميكية السابق ذكـره، غير أن الحمل البدنى الواقع هنا علـى الجهاز العظمى والعضلى للجهـاز التنفسى الخارجى يتمثل فى أداء اختـبار السعة الحيوية نفسه خـلال المرات الخمس. وفى حالة ما إذا كانت الحالة الوظيفـية جيدة تلاحظ زيادة فى نتائج القياسـات، وفى الحالة المقبولة لايحدث تغير فى نتائج قياسات السعة الحيـوية، أما فى الحالة الضعيفة فتقل نتائج القياسات. أى يمكن التعامل مع المستويات التالية :

ـ جيد : زيادة متدرجة فى نتائج القياسات الخمسة.



- متوسط (مقبول) : عدم حدوث زيادة أو نقصان فى القياسات الخمسة.

- ضعيف : قلة متدرجة فى نتائج القياسات الخمسة.

٥ ـ قياس قوة عضلات التنفس ومعدل سرعة سريان الدم :

يستخدم لذلك عدة أجهزة منـها أجهزة مقياس التنفس Peneumatometer، وجهاز قياس سرعة سريان هواء الرئة Peneumotachometer وغيرها.

ويقيس جـهاز مقـياس التنفس مسـتوى ضغط الرئتيـن أثناء كتم التنفس أو إخراج الزفير بقوة، حـيث تبلغ قوة هواء الزفير ٨٠ ـ ٢٠٠ مم زئبق (MM. PT. CT). وهى بذلك تزيد عن قـوة هواء الشهـيق التى تتراوح مـا بين ٥٠ ـ ٧٠ مم زئبق (MM. PT. CT).

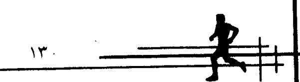
ويقيس «جـهاز سرعة سريان هواء الـرئة» حجم ومعدل حجـم سرعة هواء الزفيـر والشهيق خلال مـروره فى الممرات الهوائية بقـوة. ومن خلال ذلك يمكن الحكم على مستـوى قوة (السرعة × القوة) هواء الشـهيق والزفير وسرعـته، حيث يعبر عن ذلك باللتر فى الثانية.

وتبلغ نسبة قدرة هواء الشهيق إلى قـدرة هواء الزفير حوالى الواحد الصحيح لدى الأشخاص الأصحاء غير الرياضيين، بينما تقل عن ذلك لدى المرضى، وتزيد عن الواحـد الصحـيح لدى الرياضيـين (قد تصل إلى ١,٢ ـ ١,٤) ...، ولـهذا أهمية كبيرة بالنسـبـة للرياضيـين، حيث إن زيادة عمق التنفس تكون على حسـاب استخدام حجم هواء احتياطى الشهيق.

٦ ـ قياس الحجم الأقصى لسرعة سريان هواء التنفس :

تعبر قـياسات الحجم الأقصى لسرعـة سريان هواء الزفير عن مقدار مـقاومة سريان الهواء داخل المسـالك الهوائية. حيث تتوقف هذه المقاومـة على مدى اتساع المسالك الهوائية، فـكلما زاد الاتساع قلت مقاومة سريان الهـواء والعكس صحيح أيضا، حيث إنه كلما ضاقت المسالك الهوائية زادت مقاومة سريان الهواء.

وبمعنى آخر كلما قلت مقاومة سريان الهواء فى المسالك الهوائية يزداد حجم هواء الزفير أو الشهـيق خلال وحدة زمنية معينة عند أداء الإنسـان حركات التنفس بأقصى سرعة.



ويعبر عن قياسات الحجم الأقصى لسـرعة سريان هواء الزفير والشهيق باللتر فى الثانية (ل/ث)، ويمكن الحكم عن طريقة الاختبارات التى تقيس الحجم لسرعة سريان هواء التنفس على كفـاءة التوصيل للقصبة الهـوائية، حيث تعتبـر - القصبة الهوائية - أحد عوامل الحـالة الوظيفية للجهاز التنفسى الخارجـى المهمة، ولها تأثير مباشر على الطاقة المبذولة لعمل التهوية الرئوية، فكلما كان توصيل القصبة الهوائية أفضل قل استهلاك الطاقة اللازمة للتهوية الرئوية.

ويتم قياس الحجم الأقصى لسرعة سريان الهواء بواسطة جهاز «قياس سرعة سريان هواء الرئة» . . ، ويتكون هذا الجـهاز من أسطوانة متصلـة بجهاز مانومـيتر Manometer لتوضيح القراءة، وبداخل الأسطوانة المفتوحة من كلا الجانبين، وعند مرور الهواء بالأسطوانة يتأثر جدار الأسطوانة بقوة وسرعة مرور الهواء والذى يقوم بنقل هذه القوة الدافـعة إلى المانوميتر الذى يـظهر فى شكل قياسات بالـلتر/ثانية. وفيما يلى الأساليب المسـتخدمة لقياس الحجم الأقصى لسـرعة سريان هواء الزفير والشهيق، وكذلك أسلوب استخراج الحجم الأقصى الفرضى لسريان الهواء.

أ - قياس الحجم الأقصى لسرعة سريان هواء الزفير (PEF) :

يتم قياس الحجم الأقصى لسرعة سريان هواء الزفير باستخدام الجهاز السابق الإشارة إليه «جهاز قياس سرعة سريان هواء الرئة»، حيث تتم إدارة مفتاح الجهاز لوضع «الزفير»، وتمسك الأسطوانة باليد، ويقوم المختبر بأخذ أقصى شهيق ووضع طرف الأسطوانة فى فمـه مع إحاطة هذا الطرف بالشـفتين بإحكام،ويقـوم بإخراج أقصى زفير قصير. ثم يتم تسجيل القراءة التى تظهر على المانوميتر (لتر/ثانية). . ، يكرر القياس للحصول على أعلى المقادير.

ب - قياس الحجم الأقصى لسرعة سريان هواء الشهيق (PIE) :

يستخدم نفـس الجهاز، يدار مفتاح الجهـاز على وضع «الشهيق» . . ، ويتم أداء أقصى زفير كتمهيد لأداء أقصى وأسرع شهيق، وتسجل القراءة التى تظهر على المانوميتر (لتر/ثانية) . . ، يكرر القياس للحصول على أعلى المقادير.

جـ - حساب الحجم الأقصى لسرعة سريان هواء الزفير والشهيق :

يتم تحديد الحجم الأقصى الفرضى لسرعة سريان هواء الزفير بحاصل ضرب السعة الحيوية الحقيقية فى ١,٢٥ .

مثال :

- الحجم الأقصى لسريان هواء الزفير الحقيقى = ٥,٥ لتر/ثانية .
- السعة الحيوية الحقيقية = ٤ لتر .
- الحجم الأقصى لسريان هواء الزفير الفرضى = السعة الحيوية × ١,٢٥

= ٤ × ١,٢٥ = ٥ لتر/ثانية .

ويتم بعد ذلك حساب النسبة المئوية للحجم الأقصى الحقيقى إلى الحجم الأقصى الفرضى والتى عادة ما تتراوح ما بين ٨٥ - ١١٥ ٪ .

ويعتبر الحد الأقصى لسريان هواء الشهيق فى الأحوال العادية مساويا لمثيله فى الزفير، أو قد يزيد عليه قليلا .

٧ - قياس قوة عضلات الزفير :

يتم قياس قوة عضلات الزفير بواسطة جهاز البنيوماتوميتر Peneumatometer الغشائى، انظر الشكل رقم (١٨)، ويعبر عنه بالملِّمتر / زئبق .

ولقياس قوة عضلات الزفير يتم أخذ شهيق عميق وإخراج الزفير فى مبسم الجهاز بقوة . . ، وتقدر قوة عضلات الزفير بنسبة ١/١٠ للتمثيل الغذائى القاعدى الفرضى .

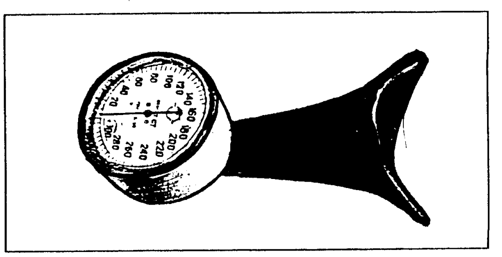
مثال :

- قوة عضلات الزفير التى تم قياسها باستخدام جهاز «البنيوماتوميتر» ١٦٠ مم/زئبق .

- التمثيل القاعدى بناء على جداول هاريس وبندكت Harres - Binidkt ١٧٠٠ سعر حرارى(*) .

(*) راجع هذه الجداول فى جزء تال من هذا الفصل . .

- تحسب النسبة المئوية لقوة عضلات الزفير باستخدام المعادلة التالية :



شكل رقم (١٨)

جهاز البنيوماتوميتر لقياس قوة عضلات الزفير

$$\text{النسبة المئوية لقوة عضلات الزفير} = \frac{\text{قوة عضلات الزفير الحقيقية} \times ١٠٠}{\text{قوة عضلات الزفير الفرضية}}$$

$$= \frac{١٦٠ \times ١٠٠}{١٧٠} = ٩٢ ٪ .$$

والجدير بالذكر أن المدى الطبيعي يتراوح ما بين ٨٥ - ١١٥ ٪ .

٨ - قياس أكسچين الدم Oxyhemometry or Oxyhemograph :

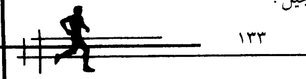
لتحديد تغيرات الأكسچين فى الدم الشريانى يستخدم مقياس أكسچين الدم Oxyhemometry وذلك فى حالة إذا ما تمت ملاحظة القراءة بصريًا. أما فى حالة التسجيل على شريط ورقى فيسمى هذا المقياس Oxyhemograph.

هذا ويعتبر مستوى أكسچين الدم الشريانى من أهم المؤشرات لتقويم وظائف الجهاز التنفسى بشكل عام. ويعبر عنها بالنسبة المئوية لكمية الأكسچين إلى سعة ١٠٠ ملّيلتر من الدم لحمل الأكسچين (أى النسبة فى ١٠ ملّيلتر).

هذا ويمكن استخدام هذه القياسات مع كتم التنفس، أو مع الأحمال البدنية لتقويم الجوانب المهمة للحالة الوظيفية للجهاز التنفسى.

٩ - قياس حالة الجهاز التنفسى باستخدام الأسبيروجراف :

يقصد بطريقة سبيروجراف Spirograph استخدام جهاز يتكون من سبيروميتر Spirometer متصل بجهاز للتسجيل.



بواسطة هذه الطريقة يمكن تسجيل وتقويم الكثير من وظائف الجهاز التنفسى. هذا وقد أمكن إضافة إمكانات أخرى فى بعض الأجهزة لقياس استهلاك الأكسجين.

فيما يلى نوضح بعض القياسات التى يمكن استخراجها من الأسبيروجراف :

١ ـ معدل التنفس (عدد مرات التنفس فى الدقيقة).

٢ ـ حجم هواء التنفس.

٣ ـ حجم هواء التنفس فى الدقيقة.

٤ ـ استهلاك الأكسجين (خلال التنفس العادى).

٥ ـ السعة الحيوية وأحجامها المختلفة (احتياطى الشهيق + حجم التنفس العادى + احتياطى الزفير).

٦ ـ السعة الحيوية السريعة خلال ثانية واحدة.

٧ ـ السعة التنفسية القصوى لمدة ١٥ ثانية.

١٠ ـ قياس حالة الجهاز التنفسى باستخدام البونى سبيروميتر :

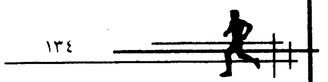
تطورت أجهزة قياس وظائف الجهاز التنفسى، وأصبح فى مقدرة جهاز صغير الحجم قياس العديد من المتغيرات فى وقت واحد.

من هذه الأجهزة جهاز البونى سبيروميتر Pony Spirometer، الذى يمكنه قياس العديد من المتغيرات فى وقت واحد وطباعتها على شريط تسجيل موضح عليه قيم هذه المتغيرات المقاسة ورسم بيانى لهذه المتغيرات. ويستطيع هذا الجهاز إعطاء البيانات فى ثلاثة أشكال هى :

١ ـ البيانات الحقيقية التى تم قياسها فعلا.

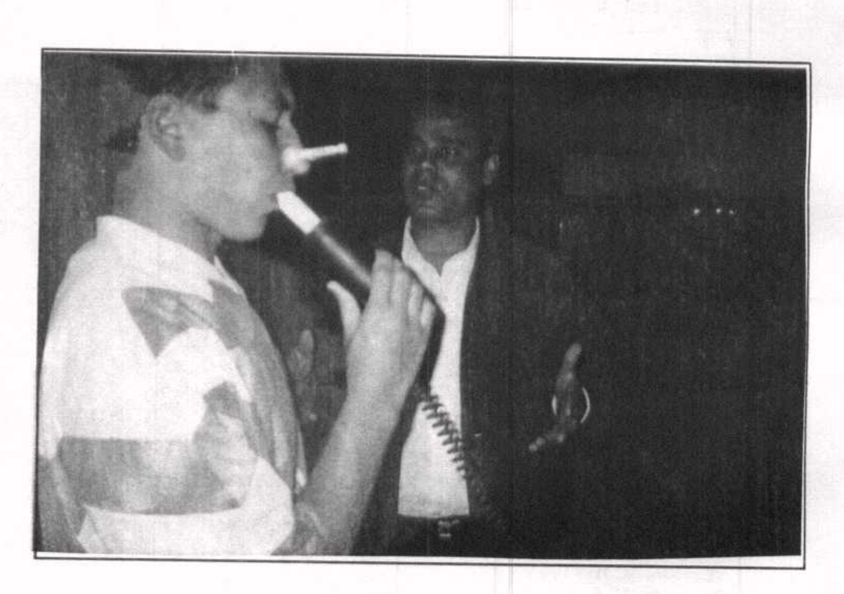
٢ ـ البيانات المقابلة للبيانات الحقيقية والتى يطلق عليها الفرضية.

٣ ـ النسبة المئوية للبيانات الحقيقية إلى البيانات الفرضية.



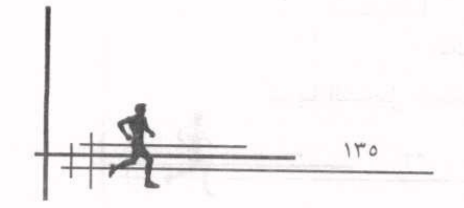
وقبل بدء العمل بالجهاز يتم إدخال البيانات العامة، وهى ضرورية ومهمة فى استخراج البيانات الفرضية للمختبر وتشمل : التاريخ، والجنس، والعمر بالسنة، والطول بالسنتيمتر، والوزن بالكيلوجرام.

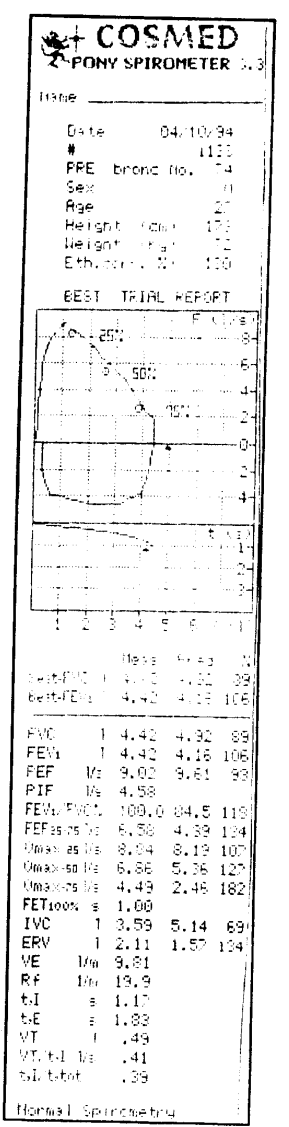
الشكل رقم (١٩) يوضح جهاز البونى سبيروميتر، والشكل رقم (٢٠) يوضح نموذجين (أ، ب) لشريط التسجيل موضح فيه البيانات المستخرجة على حالتين من الذكور . . . وهى كما يلى مقرونة بمثال رقمى مستخرج من الشكل رقم (٢٠ - أ).



شكل رقم (١٩)

جهاز البونى سبيروميتر Pony Spirometer لقياس كفاءة الجهاز التنفسى





COSMED
PONY SPIROMETER 3.3

Name ______

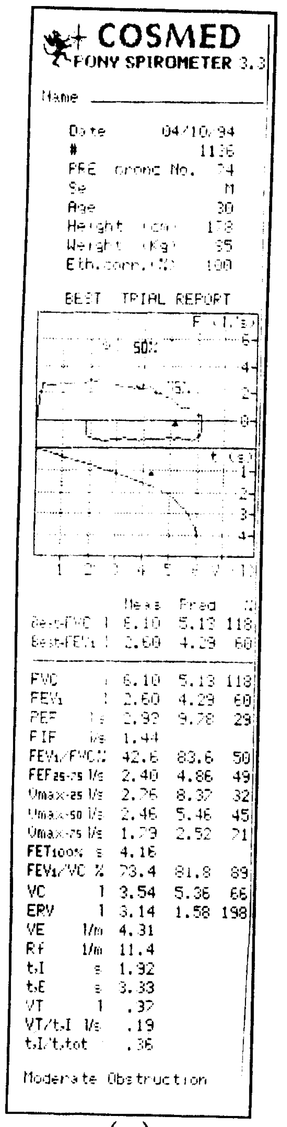
Date	04/10/94
#	[illegible]
PRE bronc No.	74
Sex	[illegible]
Age	[illegible]
Height (cm)	[illegible]
Weight (Kg)	[illegible]
Eth.corr.(%)	100

BEST TRIAL REPORT

		Meas	Pred	%
Best-FVC	l	[illegible]	[illegible]	89
Best-FEV1	l	4.42	[illegible]	106
FVC	l	4.42	4.92	89
FEV1	l	4.42	4.16	106
PEF	l/s	9.02	9.61	93
PIF	l/s	4.58		
FEV1/FVC%		100.0	84.5	119
FEF25-75	l/s	6.58	4.39	134
Vmax-25	l/s	8.84	8.19	107
Vmax-50	l/s	6.86	5.36	127
Vmax-75	l/s	4.49	2.46	182
FET100%	s	1.00		
IVC	l	3.59	5.14	69
ERV	l	2.11	1.57	134
VE	l/m	9.81		
Rf	1/m	19.9		
t.I	s	1.17		
t.E	s	1.83		
VT	l	.49		
VT/t.I	l/s	.41		
t.I/t.tot		.39		

Normal Spirometry

(أ)



COSMED
PONY SPIROMETER 3.3

Name ______

Date	04/10/94
#	1136
PRE bronc No.	74
Sex	M
Age	30
Height (cm)	178
Weight (Kg)	95
Eth.corr.(%)	100

BEST TRIAL REPORT

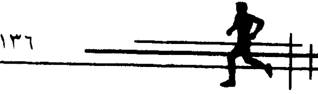
		Meas	Pred	%
Best-FVC	l	6.10	5.13	118
Best-FEV1	l	2.60	4.29	60
FVC	l	6.10	5.13	118
FEV1	l	2.60	4.29	60
PEF	l/s	2.92	9.78	29
PIF	l/s	1.44		
FEV1/FVC%		42.6	83.6	50
FEF25-75	l/s	2.40	4.86	49
Vmax-25	l/s	2.76	8.37	32
Vmax-50	l/s	2.46	5.46	45
Vmax-75	l/s	1.79	2.52	71
FET100%	s	4.16		
FEV1/VC %		73.4	81.8	89
VC	l	3.54	5.36	66
ERV	l	3.14	1.58	198
VE	l/m	4.31		
Rf	1/m	11.4		
t.I	s	1.92		
t.E	s	3.33		
VT	l	.37		
VT/t.I	l/s	.19		
t.I/t.tot		.36		

Moderate Obstruction

(ب)

شكل رقم (٢٠)

شريط التسجيل المستخرج من جهاز البونى سبيروميتر



- الاسم (Name) :

- التاريخ (Date) : ٤ / ١٠ / ١٩٩٤م.

- الجنس (Sex) : ذكر.

- العمر (Age) : ٢٧ سنة.

- الطول (Height) : ١٧٣ سم.

- الوزن (Weight) : ٧٢ كجم.

- السعة الحيوية السريعة - لتر (FVC) : ٤,٤٢ - ٤,٩٢ - ٨٩.

- حجم هواء الزفير السريع فى الثانية الأولى - لتر (FEV_1) : ٤,٤٢ - ٤,١٦ - ١٠٦.

- ضغط (سرعة) سريان الزفير - لتر/ث (PEF) : ٩,٠٢ - ٩,٦١ - ٩٣.

- ضغط (سرعة) سريان الشهيق لتر/ث (PIF) : ٤,٥٨.

- نسبة حجم هواء الزفير السريع إلى السعة الحيوية السريعة ٪ (FEV_1/٪ FVC%) : ١٠٠,٠ - ٨٤,٥ - ١١٨.

- حجم هواء الزفير السريع ٢٥ - ٧٥ ٪ لتر/ث (FEF_{25-75}) : ٦,٥٨ - ٤,٨٩ - ١٣٤.

- حجم الهواء الأقصى ٢٥٪ - لتر /ث (Vmax -25) : ٨,٨٤ - ٨,١٩ - ١٠٧.

- حجم الهواء الأقصى ٥٠٪ - لتر /ث (Vmax -50) : ٦,٨٦ - ٥,٣٦ - ١٢٧.

- حجم الهواء الأقصى ٧٥٪ - لتر /ث (Vmax -75) : ٤,٤٩ - ٢,٤٦ - ١٨٢.

- زمن هواء الزفير ١٠٠ ٪ - ثانية (FET 100%) : ١,٠٠ .

- سعة هواء الشهيق - لتر (IVC) : ٣,٥٩ - ٥,١٤ - ٦٩ .

- حجم احتياطى الزفير - لتر (ERV) : ٢,١١ - ١,٥٧ - ١٣٤ .

- التهوية الرئوية - لتر/دقيقة (VE) : ٩,٨١ .

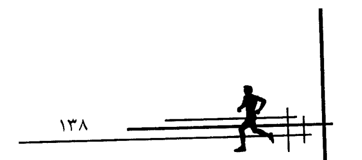
- زمن الشهيق - ثانية (t, I) : ١,١٧ .

- زمن الزفير - ثانية (t, E) : ١,٨٣ .

- حجم هواء التنفس - لتر (VT) : ٠,٤٩ .

- نسبة حجم هواء التنفس إلى زمن الشهيق - لتر/ثانية (VT / t, I) : ٠,٤١ .

- نسبة زمن الشهيق إلى الزمن الكلى (t, I / t, tot.) : ٠,٣٩ .



عند إجراء القياسات الخاصة بالجهاز التنفسى يتم التعامل مع أحجام الغازات بأنواعها المختلفة، وهذه الغازات تختلف أحجامها تبعا لتأثير درجة الحرارة والضغط عليها.

على سبيل المثال يؤدى ارتفاع درجة الحرارة إلى زيادة حجم الغاز، كما يؤدى انخفاض الضغط إلى زيادة حجم الغاز أيضًا. وعلى العكس من ذلك فإن انخفاض الحرارة مع زيادة الضغط يؤدى إلى تقليل حجم الغازات.

من ثم فإن عاملى «الحرارة» و«الضغط» وما لهما من تأثير على حجم الغازات يشكلان عقبة عند مقارنة أحجام الغازات دون مراعاة توحيدهما، لذلك فإن مقارنة أحجام غازات التنفس تتطلب التصحيح فى ضوء عاملى الحرارة والضغط لتلاشى تأثير هذين المتغيرين قبل إجراء المقارنة...، فهما - الحرارة والضغط - يتغيران يوما بعد يوم، وكذلك من معمل إلى آخر.

★ حالة ATPS :

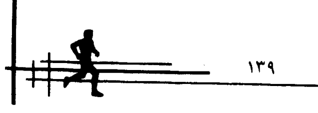
كثيرا ما يلاحظ الرمز ATPS، بجانب قياسات أحجام الغازات، وهذه الحروف تعبر عن درجة الحرارة المحيطة (*) والضغط الجوى (**) المشبع بالبخار(***)، وهذا الرمز يعطى وصفًا للظروف التى يتم فيها قياس حجم غازات التنفس من حيث إن معظم قياسات الأحجام تتم باستخدام جهاز سبيروميتر مائى Wet Spirometer فإن درجة الحرارة المحيطة بحجم الغاز فى هذه الحالة هى نفس درجة حرارة الغاز داخل الأسبيروميتر، كما أن الضغط فى هذه الحالة يرجع إلى الضغط الجوى وقت القياس. كما أن الغاز الذى يتجمع فوق ماء جهاز الأسبيروميتر يكون مشبعًا ببخار الماء.

يرمز لهذه العوامل المختلفة بالرمز ATPS، وهى تختلف من وقت لآخر ومن مكان لآخر. وكذلك يصعب إجراء المقارنات بين أحجام الغازات دون

(*) درجة الحرارة المحيطة Ambient Temperature (AT).

(**) الضغط الجوى Pressure (P).

(***) المشبع بالبخار Saturated Water Vapor (S).



تصحيح لأرقام القياسات بالرجوع إلى درجة الحرارة والضغط المرجعى Reference Temperature and Pressure قبل إجراء أية مقارنات.

★ **حالة** STPD :

يقصد بالحروف STPD درجة الحرارة والضغط الجوى المعيارى الجاف [١] ودرجة الحرارة المعيارية وهى درجة صفر سنتجراد والضغط الجوى المعيارى ٧٦٠ مم/زئبق، ويقصد بكلمة «الجاف» الحجم الذى تشغله جزيئات الغاز فيما عدا بخار الماء. ولذلك فإن حجم الغاز فى ظروف STPD هو نفس مقدار جزيئات الغاز.

لذلك . . . عند عملية تصحيح أحجام الغازات من ATPS (الظروف المحيطة بالقياس) إلى STPD (الظروف المعيارية) فهناك حاجة إلى معرفة كمية أو عدد جزيئات الغاز. وعادة ما يلاحظ خلال عملية التصحيح أو التحويل انخفاض الحجم . . . . ويرجع ذلك إلى عدة أسباب منها :

١ - أن درجة حرارة الأسبيروميتر دائما أعلى من صفر سنتجراد، وعادة ما تكون فى مدى يتراوح ما بين ٢٠ - ٢٥ درجة سنتجراد.

٢ - معظم مقاييس الضغط الجوى للدول تقل عن ٧٦٠ مم/ زئبق.

٣ - الغاز فى حالة جافة Dry «خال من البخار».

★ **حالة** BTPS :

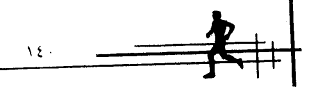
ترمز الحروف BTPS إلى درجة حرارة الجسم [٢] والضغط [٣] المشبع ببخار الماء [٤] وهى الحالة الثانية لتصحيح حجم الغاز، وعادة ما تكون درجة حرارة الجسم ٣٧ درجة سنتجراد، وضغط الجسم هو نفسه ضغط البيئة المحيطة. وعند تصحيح حجم غازات التنفس من حالة ATPS أو حالة STPD إلى حالة BTPS

(1) Standard Temperature and Pressure, Dry (STPD).

(2) Body Temperature (BT).

(3) Pressure (P).

(4) Saturated water vapor (S).



عند تحديد حجم الهواء أثناء التهوية الرئوية بصرف النظر عن عدد جزيئات الغاز، إذ عندما تكون درجة حرارة الغرفة ٢٢ سنتجراد فإن حجم هذا الهواء فى الشهيق يتحدد فى ضوء عدة عوامل تشمل :

١ ـ زيادة درجة الحرارة من ٢٢ سنتجراد بالغرفة إلى ٣٧ سنتجراد بالجسم.

٢ ـ زيادة جزيئات بخار الماء لزيادة درجة الحرارة.

ويعتبر التحويل لتصحيح أحجام الغازات إلى حالة BTPS عاملا مهمًا بالنسبة لتحويل غازات التنفس المرتبطة بقياسات الأحجام مثل السعة الحيوية، وحجم هواء التنفس، والتهوية الرئوية فى الدقيقة، وأقصى سعة تنفسية.

*** أساليب تصحيح أحجام الغازات :**

يتم تصحيح أحجام الغازات أو التحويل من حالة إلى أخرى باستخدام معادلات رياضية معقدة، غير أننا نكتفى هنا بعرض طريقة سهلة تعتمد على استخدام جداول خاصة جدول رقم (٣١)، جدول رقم (٣٢). وفى حالة الرغبة فى تحويل حجم الغاز من ATPS يستخدم الجدول رقم (٣١)، وفى حالة الرغبة فى تحويل المستوى الخاص بحجم الغاز بالجسم BTPS إلى المستوى المعيارى للمقارنة STPD يستخدم (الجدول رقم ٣٢).

١ ـ التحويل من ATPS إلى BTPS :

إذا ما كانت ظروف البيئة المحيطة أثناء القياس تتمثل فى (مثال) :

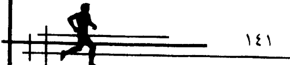
ـ درجة حرارة : ٢١ درجة سنتجراد.

ـ الضغط الجوى : ٧٥٠ مم/ زئبق.

ـ حجم الغاز المقاس : ١,٣٣٢ لترًا.

أى حجم الغاز فى هذا المثال تكون ATPS، وللتصحيح يتم تحويل هذا الحجم إلى الحجم فى ظروف الجسم BTPS .

باستخدام الجدول رقم (٣١) (عن : MacDougall and Others, 1991) يتم تسجيل القراءة التى تلتقى بالجدول فى خانة التقاء الضغط ٧٥٠، ودرجة



الحرارة ٢١، فيكون العامل الذى يستخدم للتصحيح هو الرقم ١,٠٩٧١. ويتم ضرب هذا العامل فى حجم الغاز الذى تم قياسه فيكون الناتج هو حجم الغاز الخاص بالجسم BTPS كما يلى :

١,٠٩٧١ × ATPS = BTPS

= ١,٠٩٧١ × ١,٣٣٢

= ١,٤٦١٣ لترًا.

ويلاحظ هنا - كما سبق ذكره - أن حجم الغاز يزيد نتيجة للتصحيح، ويرجع ذلك إلى وجود بخار الماء وزيادة درجة حرارة الجسم.

٢ - التحويل من BTPS إلى STPD :

عند الرغبة فى التحويل من BTPS (طرق القياس للجسم) إلى STPD (ظروف القياس المعيارية) بغرض المقارنة يستخدم الجدول رقم (٣٢) (عن : Mac Dougall and Others, 1991). وباستخدام نفس بيانات المثال السابق الذى نتج عنه أن :

- BTPS = ١,٤٦١٣٠ لترًا.

- الضغط أثناء القياس = ٧٥٠ مم/زئبق.

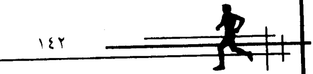
يتم التحويل باستخدام الجدول رقم (٣٢) لتحديد العامل الذى يقابل الضغط ٧٥٠ مم/ زئبق فيكون هو الرقم ٠,٨١٤٤. وبناء على ذلك تطبق المعادلة التالية :

STPD = BTPS × المعامل من (الجدول رقم [٣٢]).

= ١,٤٦١٣ × ٠,٨١٤٤

= ١,١٩٠٠٨ لترًا.

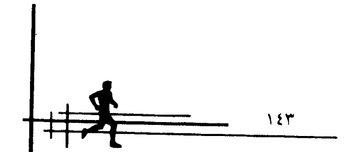
ويلاحظ هنا أن BTPS عندما تم تحويله إلى STPD انخفض حجم الغاز، وذلك يرجع - كما سبق ذكره - إلى أن درجة الحرارة المعيارية هى صفر، بالإضافة إلى خلو الغاز من التشبع ببخار الماء.



جدول رقم (٣١)

عوامل تحويل أحجام الغازات من ATPS إلى BTPS

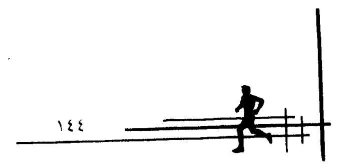
درجة الحرارة (سنتجراد)	ضغط الدم مم/زئبق					
	٧٣٠	٧٤٠	٧٥٠	٧٦٠	٧٧٠	٧٨٠
١٩,٩	١,١٠٩٣	١,١٠٨٦	١,١٠٨٠	١,١٠٧٣	١,١٠٦٧	١,١٠٦١
١٩,٥	١,١٠٦٦	١,١٠٥٩	١,١٠٥٣	١,١٠٤٦	١,١٠٤٠	١,١٠٣٤
٢٠,٠	١,١٠٣٩	١,١٠٣٢	١,٠٢٦	١,١٠١٩	١,١٠١٤	١,١٠٠٨
٢٠,٥	١,١٠١١	١,١٠٠٥	١,٠٩٩٨	١,٠٩٩٢	١,٠٩٨٧	١,٠٩٨١
٢١,٠	١,٠٩٨٤	١,٠٩٧٨	١,٠٩٧١	١,٠٩٦٥	١,٠٩٦٠	١,٠٩٥٤
٢١,٥	١,٠٩٥٦	١,٠٩٥٠	١,٠٩٤٤	١,٠٩٣٨	١,٠٩٣٢	١,٠٩٢٧
٢٢,٠	١,٠٩٢٩	١,٠٩٢٣	١,٠٩١٧	١,٠٩١١	١,٠٩٠٥	١,٠٩٠٠
٢٢,٥	١,٠٩٠٠	١,٠٨٩٥	١,٠٨٨٩	١,٠٨٨٣	١,٠٨٧٧	١,٠٨٧٢
٢٣,٠		١,٠٨٦٧	١,٠٨٦١	١,٠٨٥٦	١,٠٨٥٠	١,٠٨٤٥
٢٣,٥	١,٠٨٧٢	١,٠٨٣٨	١,٠٨٣٣	١,٠٨٢٨	١,٠٨٢٢	١,٠٨١٧
٢٤,٠	١,٠٨٤٤	١,٠٨١٠	١,٠٨٠٥	١,٠٨٠٠	١,٠٧٩٥	١,٠٧٩٠
٢٤,٥	١,٠٨١٦	١,٠٧٨١	١,٠٧٧٦	١,٠٧٧٢	١,٠٧٦٧	١,٠٧٦٢
٢٥,٠	١,٠٧٨٧	١,٠٧٥٣	١,٠٧٤٨	١,٠٧٤٤	١,٠٧٣٩	١,٠٧٣٤



جدول رقم (٣٢)

عوامل تحويل أحجام الغازات من BTPS إلى STPD

الضغط	عامل التحويل	الضغط	عامل التحويل	الضغط	عامل التحويل
٧٢٠	٠,٧٧٩٦	٧٣٧	٠,٧٩٩٣	٧٥٤	٠,٨١٨٩
٧٢١	٠,٧٨٠٨	٧٣٨	٠,٨٠٠٥	٧٥٥	٠,٨٢٠١
٧٢٢	٠,٧٨٢٠	٧٣٩	٠,٨٠١٧	٧٥٦	٠,٨٢١٢
٧٢٣	٠,٧٨٣١	٧٤٠	٠,٨٠٢٨	٧٥٧	٠,٨٢٢٤
٧٢٤	٠,٧٨٤٣	٧٤١	٠,٨٠٤٠	٧٥٨	٠,٨٢٣٥
٧٢٥	٠,٧٨٥٤	٧٤٢	٠,٨٠٥١	٧٥٩	٠,٨٢٤٧
٧٢٦	٠,٧٨٦٦	٧٤٣	٠,٨٠٦٣	٧٦٠	٠,٨٢٢٨
٧٢٧	٠,٧٨٧٨	٧٤٤	٠,٨٠٧٥	٧٦١	٠,٨٢٧٠
٧٢٨	٠,٧٨٨٩	٧٤٥	٠,٨٠٨٦	٧٦٢	٠,٨٢٨١
٧٢٩	٠,٧٩٠١	٧٤٦	٠,٨٠٩٨	٧٦٣	٠,٨٢٩٣
٧٣٠	٠,٧٩١٢	٧٤٧	٠,٨١٠٩	٧٦٤	٠,٨٣٠٤
٧٣١	٠,٧٩٢٤	٧٤٨	٠,٨١٢١	٧٦٥	٠,٨٣١٦
٧٣٢	٠,٧٩٣٦	٧٤٩	٠,٨١٣٢	٧٦٦	٠,٨٣٢٧
٧٣٣	٠,٧٩٤٧	٧٥٠	٠,٨١٤٤	٧٦٧	٠,٨٣٣٩
٧٣٤	٠,٧٩٥٩	٧٥١	٠,٨١٥٥	٧٦٨	٠,٨٣٥٠
٧٣٥	٠,٧٩٧٠	٧٥٢	٠,٨١٦٦	٧٦٩	٠,٨٣٦٢
٧٣٦	٠,٧٩٨٢	٧٥٣	٠,٨١٧٨	٧٧٠	٠,٨٣٧٣



تحديد التمثيل الغذائى القاعدى الفرضى

لتحديد التمثيل الغذائى القاعدى الفرضى تستخدم المعادلة التالية :

التمثيل الغذائى القاعدى الفرضى = أ + ب (الناتج بالسعرات الحرارية).

حيث أ = السعرات الحرارية المرتبطة بوزن الجسم ...، من الجدول رقم (٣٣).

ب = السعرات الحرارية المرتبطة بالطول والعمر ..، من الجدول رقم (٣٤).

وبناء عليه ...، لاستخراج السعة الحيوية الفرضية تستخدم المعادلة التالية :

❊ للرجال :

السعة الحيوية الفرضية = التمثيل الغذائى القاعدى الفرضى × ٢,٦ .

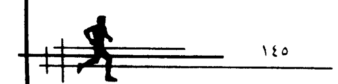
❊ للسيدات :

السعة الحيوية الفرضية = التمثيل الغذائى القاعدى الفرضى × ٢,٣ .

مثال :

ناشئ (ذكر) :

- العمر = ٢١ سنة.
- الطول = ١٧٢ سم.
- الوزن = ٦٨ كجم.
- السعة الحيوية الحقيقية = ٤٨٠٠ سعر حرارى.
- السعرات الحرارية المقابلة للوزن من الجدول رقم (٣٣) = ١٠٠٢ سعر حرارى.
- السعرات الحرارية المقابلة للعمر (٢١ سنة) والطول (١٧١ سم) من الجدول رقم (٣٤) = ٧١٤ سعر حرارى.



وبتطبيق معادلة التمثيل الغذائى القاعدى الفرضى = أ + ب.

= ١٠٠٢ + ٧١٤ = ١٧١٦ سعر حرارى.

ويتطبيق المعادلة لاستخراج السعة الحيوية الفرضية للرجال :

= التمثيل الغذائى القاعدى الفرضى × ٢,٦

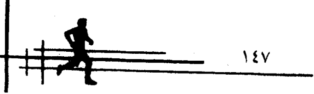
= ١٧١٦ × ٢,٦ = ٤٤٦٢ ملّيلتر.

النسبة المئوية للسعة الحيوية الحقيقية = $\frac{\text{٤٨٠٠ ملّيلتر} \times \text{١٠٠}}{\text{٤٤٦٢}}$ = ١٠٧,٥

جدول رقم (٣٣)

تحديد التمثيل الغذائى القاعدى للإنسان ـ هاريس

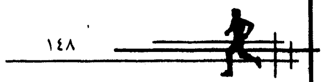
عامل الوزن - رجال							
الوزن (كجم)	السعر الحرارى	الوزن (كجم)	السعر الحرارى	الوزن (كجم)	السعر الحرارى	الوزن (كجم)	السعر الحرارى
٤٥	٦٨٥	٦٥	٩٦٠	٨٥	١٢٣٥	١٠٥	١٥١٠
٤٦	٦٩٩	٦٦	٩٧٤	٨٦	١٢٤٩	١٠٦	١٥٢٤
٤٧	٧١٣	٦٧	٩٨٨	٨٧	١٢٦٣	١٠٧	١٥٣٨
٤٨	٧٢٧	٦٨	١٠٠٢	٨٨	١٢٧٧	١٠٨	١٥٥٢
٤٩	٧٤٠	٦٩	١٠١٥	٨٩	١٢٩٠	١٠٩	١٥٦٥
٥٠	٧٥٤	٧٠	١٠٢٩	٩٠	١٣٠٤	١١٠	١٥٧٩
٥١	٧٦٨	٧١	١٠٤٣	٩١	١٣١٨	١١١	١٥٩٣
٥٢	٧٨٢	٧٢	١٠٥٧	٩٢	١٣٣٢	١١٢	١٦٠٧
٥٣	٧٩٥	٧٣	١٠٧٠	٩٣	١٣٤٥	١١٣	١٦٢٠
٥٤	٨٠٩	٧٤	١٠٨٤	٩٤	١٣٥٩	١١٤	١٦٣٤
٥٥	٨٢٣	٧٥	١٠٩٨	٩٥	١٣٧٣	١١٥	١٦٤٨
٥٦	٨٣٧	٧٦	١١١٢	٩٦	١٣٨٧	١١٦	١٦٦٢
٥٧	٨٥٠	٧٧	١١٢٥	٩٧	١٤٠٠	١١٧	١٦٧٥
٥٨	٨٦٤	٧٨	١١٣٩	٩٨	١٤١٤	١١٨	١٦٨٨
٥٩	٨٧٨	٧٩	١١٥٣	٩٩	١٤٢٨	١١٩	١٧٠٣
٦٠	٨٩٢	٨٠	١١٦٧	١٠٠	١٤٤٢	١٢٠	١٧١٧
٦١	٩٠٥	٨١	١١٨٠	١٠١	١٤٥٥	١٢١	١٧٣٠
٦٢	٩١٨	٨٢	١١٩٤	١٠٢	١٤٦٩	١٢٢	١٧٤٤
٦٣	٩٣٣	٨٣	١٢٠٨	١٠٣	١٤٨٣	١٢٣	١٧٥٨
٦٤	٩٤٧	٨٤	١٢٢٢	١٠٤	١٤٩٧	١٢٤	١٧٧٢



تابع جدول رقم (٣٣)

تحديد التمثيل الغذائى القاعدى للإنسان ـ هاريس

عامل الوزن ـ سيدات							
الوزن (كجم)	السعر الحرارى	الوزن (كجم)	السعر الحرارى	الوزن (كجم)	السعر الحرارى	الوزن (كجم)	السعر الحرارى
٤٥	١٠٨٥	٦٥	١٢٧٧	٨٥	١٤٦٨	١٠٥	١٦٥٩
٤٦	١٠٩٥	٦٦	١٢٨٦	٨٦	١٤٧٨	١٠٦	١٦٦٩
٤٧	١١٠٥	٦٧	١٢٩٦	٨٧	١٤٨٧	١٠٧	١٦٧٨
٤٨	١١١٤	٦٨	١٣٠٥	٨٨	١٤٩٧	١٠٨	١٦٨٨
٤٩	١١٢٤	٦٩	١٣١٥	٨٩	١٥٠٦	١٠٩	١٦٩٨
٥٠	١١٣٣	٧٠	١٣٢٥	٩٠	١٥١٦	١١٠	١٧٠٧
٥١	١١٤٣	٧١	١٣٣٤	٩١	١٥٢٥	١١١	١٧١٧
٥٢	١١٥٢	٧٢	١٣٤٤	٩٢	١٥٣٥	١١٢	١٧٢٦
٥٣	١١٦٢	٧٣	١٣٥٣	٩٣	١٥٤٤	١١٣	١٧٣٦
٥٤	١١٧٢	٧٤	١٣٦٣	٩٤	١٥٥٤	١١٤	١٧٤٥
٥٥	١١٨١	٧٥	١٣٧٢	٩٥	١٥٦٤	١١٥	١٧٥٥
٥٦	١١٩١	٧٦	١٣٨٢	٩٦	١٥٧٣	١١٦	١٧٦٤
٥٧	١٢٠٠	٧٧	١٣٩١	٩٧	١٥٨٣	١١٧	١٧٧٤
٥٨	١٢١٠	٧٨	١٤٠١	٩٨	١٥٩٢	١١٨	١٧٨٤
٥٩	١٢١٩	٧٩	١٤١١	٩٩	١٦٠٢	١١٩	١٧٩٣
٦٠	١٢٢٩	٨٠	١٤٢٠	١٠٠	١٦١١	١٢٠	١٨٠٣
٦١	١٢٣٨	٨١	١٤٣٠	١٠١	١٦٢١	١٢١	١٨١٢
٦٢	١٢٤٨	٨٢	١٤٣٩	١٠٢	١٦٣١	١٢٢	١٨٢٢
٦٣	١٢٥٨	٨٣	١٤٤٩	١٠٣	١٦٤٠	١٢٣	١٨٣١
٦٤	١٢٦٧	٨٤	١٤٥٨	١٠٤	١٦٥٠	١٢٤	١٨٤١



جدول رقم (٣٤)

عامل العمر والطول للرجال والسيدات والأطفال والشباب

١ ـ عامل العمر والطول للرجال

الطول	العمر (سنة) - رجال												
(سم)	٢١	٢٣	٢٥	٢٧	٢٩	٣١	٣٣	٣٥	٣٧	٣٩	٤١	٤٣	٤٥
١٥٧	٦٤٤	٦٣١	٦١٧	٦٠٤	٥٩٠	٥٧٧	٥٦٣	٥٥٠	٥٣٦	٥٢٣	٥٠٩	٤٩٦	٤٨٢
١٥٩	٦٥٤	٦٤١	٦٢٧	٦١٤	٦٠٠	٥٨٧	٥٧٣	٥٦٠	٥٤٦	٥٣٣	٥١٩	٥٠٦	٤٩٢
١٦١	٦٦٤	٦٥١	٦٣٧	٦٢٤	٦١٠	٥٩٧	٥٨٣	٥٧٠	٥٥٦	٥٤٣	٥٢٩	٥١٦	٥٠٢
١٦٣	٦٧٤	٦٦١	٦٤٧	٦٣٤	٦٢٠	٦٠٧	٥٩٣	٥٨٠	٥٦٦	٥٥٣	٥٣٩	٥٢٦	٥١٢
١٦٥	٦٨٤	٦٧١	٦٥٧	٦٤٤	٦٣٠	٦١٧	٦٠٣	٥٩٠	٥٧٦	٥٦٣	٥٤٩	٥٣٦	٥٢٢
١٦٧	٦٩٤	٦٨١	٦٦٧	٦٥٤	٦٤٠	٦٢٧	٦١٣	٦٠٠	٥٨٦	٥٧٣	٥٥٩	٥٤٦	٥٣٢
١٦٩	٧٠٤	٦٩١	٦٧٧	٦٦٤	٦٥٠	٦٣٧	٦٢٣	٦١٠	٥٩٦	٥٨٣	٥٦٩	٥٥٦	٥٤٢
١٧١	٧١٤	٧٠١	٦٨٧	٦٧٤	٦٦٠	٦٤٧	٦٣٣	٦٢٠	٦٠٦	٥٩٣	٥٧٩	٥٦٦	٥٥٢
١٧٣	٧٢٤	٧١١	٦٩٧	٦٨١	٦٧٠	٦٥٧	٦٤٣	٦٣٠	٦١٦	٦٠٣	٥٨٩	٥٧٦	٥٦٢
١٧٥	٧٣٤	٧٢١	٧٠٧	٦٩١	٦٨٠	٦٦٧	٦٥٣	٦٤٠	٦٢٦	٦١٣	٥٩٩	٥٨٦	٥٧٢
١٧٧	٧٤٤	٧٣١	٧١٧	٧٠٤	٦٩٠	٦٧٧	٦٦٣	٦٥٠	٦٣٦	٦٢٣	٦٠٩	٥٩٦	٥٨٢
١٧٩	٧٥٤	٧٤١	٧٢٧	٧١٤	٧٠٠	٦٨٧	٦٧٣	٦٦٠	٦٤٦	٦٣٣	٦١٩	٦٠٦	٥٩٢
١٨١	٧٦٤	٧٥١	٧٣٧	٧٢٤	٧١٠	٦٩٧	٦٨٣	٦٧٠	٦٥٦	٦٤٣	٦٢٩	٦١٦	٦٠٢
١٨٣	٧٧٤	٧٦١	٧٤٧	٧٣٤	٧٢٠	٧٠٧	٦٩٣	٦٨٠	٦٦٦	٦٥٣	٦٣٩	٦٢٦	٦١٢
١٨٥	٧٨٤	٧٧١	٧٥٧	٧٤٤	٧٣٠	٧١٧	٧٠٣	٦٩٠	٦٧٦	٦٦٣	٦٤٩	٦٣٦	٦٢٢
١٨٧	٧٩٤	٧٨١	٧٦٧	٧٥٤	٧٤٠	٧٢٧	٧١٣	٧٠٠	٦٨٦	٦٧٣	٦٥٩	٦٤٦	٦٣٢
١٨٩	٨٠٤	٧٩١	٧٧٧	٧٦٤	٧٥٠	٧٣٧	٧٢٣	٧١٠	٦٩٦	٦٨٣	٦٦٩	٦٥٦	٦٤٢
١٩١	٨١٤	٨٠١	٧٨٧	٧٧٤	٧٦٠	٧٤٧	٧٣٣	٧٢٠	٧٠٦	٦٩٣	٦٧٩	٦٦٦	٦٥٢
١٩٣	٨٢٤	٨١١	٧٩٧	٧٨٤	٧٧٠	٧٥٨	٧٤٣	٧٣٠	٧١٦	٧٠٣	٦٨٩	٦٧٦	٦٦٢
١٩٥	٨٣٤	٨٢١	٨٠٧	٧٩٤	٧٨٠	٧٦٨	٧٥٣	٧٤٠	٧٢٦	٧١٣	٦٩٩	٦٨٦	٦٧٢
١٩٧	٨٤٤	٨٣١	٨١٧	٨٠٤	٧٩٠	٧٧٨	٧٦٣	٧٥٠	٧٣٦	٧٢٣	٧٠٩	٦٩٦	٦٨٢
١٩٩	٨٥٤	٨٤١	٨٢٧	٨١٤	٨٠٠	٧٨٨	٧٧٣	٧٦٠	٧٤٦	٧٣٣	٧١٩	٧٠٦	٦٩٢

تابع جدول رقم (٣٤)

عامل العمر والطول للرجال والسيدات والأطفال والشباب

٢ ـ عامل العمر والطول للسيدات

الطول	العمر (سنة) ـ سيدات												
(سم)	٢١	٢٣	٢٥	٢٧	٢٩	٣١	٣٣	٣٥	٣٧	٣٩	٤١	٤٣	٤٥
١٥٧	١٩٣	١٨٣	١٧٤	١٦٥	١٥٥	١٥٤	١٣٦	١٢٨	١١٨	١٠٨	٩٩	٩٠	٨٠
١٥٩	١٩٦	١٨٧	١٧٧	١٦٧	١٥٨	١٤٥	١٤٠	١٣٠	١٢١	١١١	١٠٢	٩٢	٨٤
١٦١	٢٠٠	١٩١	١٨١	١٧١	١٦٢	١٥٢	١٤٤	١٣٤	١٢٥	١١٥	١٠٦	٩٧	٨٨
١٦٣	٢٠٣	١٩٥	١٨٥	١٧٥	١٦٦	١٥٦	١٤٧	١٣٧	١٢٨	١١٩	١١٠	١٠٠	٩١
١٦٥	٢٠٧	١٩٩	١٨٩	١٨٠	١٧٠	١٦٠	١٥١	١٤١	١٣٢	١٢٣	١١٤	١٠٤	٩٥
١٦٧	٢١١	٢٠٣	١٩٢	١٨٣	١٧٣	١٦٤	١٥٥	١٤٥	١٣٦	١٢٦	١١٧	١٠٧	٩٨
١٦٩	٢١٥	٢٠٦	١٩٦	١٨٦	١٧٧	١٦٧	١٥٩	١٤٩	١٤٠	١٣٠	١٢١	١١١	١٠٢
١٧١	٢١٨	٢١٠	١٩٩	١٩٠	١٨١	١٧١	١٦٢	١٥٢	١٤٣	١٣٤	١٢٥	١١٥	١٠٦
١٧٣	٢٢٢	٢١٣	٢٠٣	١٩٤	١٨٥	١٧٦	١٦٦	١٥٦	١٤٧	١٣٨	١٢٩	١١٩	١١٠
١٧٥	٢٢٥	٢١٧	٢٠٧	١٩٧	١٨٨	١٧٩	١٦٩	١٦٠	١٥١	١٤١	١٣٢	١٢٣	١١٣
١٧٧	٢٢٩	٢٢١	٢١١	٢٠١	١٩٢	١٨٢	١٧٣	١٦٤	١٥٥	١٤٥	١٣٦	١٢٦	١١٧
١٧٩	٢٣٣	٢٢٣	٢١٤	٢٠٤	١٩٥	١٨٦	١٧٧	١٦٧	١٥٨	١٤٨	١٣٩	١٣٠	١٢١
١٨١	٢٣٧	٢٢٧	٢١٨	٢٠٨	١٩٩	١٩٠	١٨١	١٧١	١٦٢	١٥٢	١٤٢	١٣٤	١٢٦
١٨٣	٢٤٠	٢٣١	٢٢٢	٢١٢	٢٠٣	١٩٣	١٨٤	١٧٤	١٦٥	١٥٦	١٤٧	١٣٧	١٢٨
١٨٥	٢٤٤	٢٣٥	٢٣٦	٢١٦	٢٠٧	١٩٧	١٨٨	١٧٩	١٦٩	١٦٠	١٥١	١٤١	١٣٢
١٨٧	٢٤٨	٢٣٨	٢٢٩	٢١٩	٢١٠	٢٠١	١٩٢	١٨٢	١٧٣	١٦٣	١٥٤	١٤٥	١٣٥
١٨٩	٢٥٢	٢٤٢	٢٣٣	٢٢٣	٢١٤	٢٠٥	١٩٦	١٨٦	١٧٧	١٦٧	١٥٧	١٤٨	١٣٩
١٩١	٢٥٥	٢٤٥	٢٣٦	٢٢٧	٢١٨	٢٠٨	١٩٩	١٩٠	١٨٠	١٧١	١٦٢	١٥٢	١٤٣
١٩٣	٢٥٩	٢٥٠	٢٤٠	٢٣١	٢٢٢	٢١٢	٢٠٣	١٩٣	١٨١	١٧٥	١٦٦	١٥٦	١٤٧
١٩٥	٢٦٢	٢٥٣	٢٤٤	٢٣٤	٢٢٥	٢١٥	٢٠٦	١٩٧	١٨٨	١٧٨	١٦٩	١٦٠	١٥٠
١٩٧	٢٦٦	٢٥٧	٢٤٨	٢٣٨	٢٢٩	٢١٩	٢١٠	٢٠١	١٩٢	١٨٢	١٧٣	١٦٣	١٥٤
١٩٩	٢٧٠	٢٦٠	٢٥١	٢٤١	٢٣٢	٢٢٣	٢١.٤	٢٠٤	١٩٥	١٨٥	١٧٥	١٦٧	١٥٨

تابع جدول رقم (٣٤)

عامل العمر والطول للرجال والسيدات والأطفال والشباب

٣ ـ عامل العمر والطول للأطفال والشباب

الطول	العمر (سنة) ـ الأطفال والشباب										
(سم)	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠
٧٦	٥٥	٣٠									
٨٠	٩٥	٧٠	٥٠								
٨٤	١٣٥	١١٠	٨٥	٦٠							
٨٨	١٨٠	١٦٠	١٣٠	١٠٠							
٩٢	٢٣٥	٢٢٥	١٨٠	١٤٠	١٢٠	١٠٠					
٩٦	٢٩٠	٢٨٠	٢٣٠	١٨٠	١٦٠	١٤٠	١٢٦	١١٣			
١٠٠	٣٤٠	٣٣٠	٢٨٠	٢٣٠	٢٠٥	١٨٠	١٦٦	١٥٣	١٤٠	١٢٨	
١٠٤	٣٩٥	٣٩٠	٣٣٠	٢٨٠	٢٥٠	٢٢٠	٢١٠	١٩٣	١٨٠	١٦٨	١٥٥
١٠٨	٤٥٠	٤٥٠	٣٩٠	٣٣٠	٣٠٠	٢٦٠	٢٤٥	٢٣٣	٢٢١	٢٠٨	١٩٦
١١٢	٥٠٠	٥٠٠	٤٤٠	٣٨٠	٣٤٠	٣٠٠	٢٨٧	٢٧٣	٢٦١	٢٤٨	٢٣٥
١١٦	٥٥٠	٥٥٠	٤٩٠	٤٣٠	٣٨٥	٣٤٠	٣٢٧	٣١٣	٣٠٠	٢٨٨	٢٧٦
١٢٠	٦٠٠	٦٠٠	٥٤٠	٤٨٠	٤٣٠	٣٨٠	٣٦٨	٣٥٣	٣٤١	٣٢٨	٣١٦
١٢٤	٦٤٥	٦٥٠	٥٩٠	٥٣٠	٤٧٠	٤٢٠	٤١٧	٣٩٣	٣٨١	٣٦٨	٣٥٦
١٢٨	٦٩٥	٧٠٠	٦٤٠	٥٨٠	٥٢٠	٤٦٠	٤٤٨	٤٣٣	٤٢١	٤٠٨	٣٩٥
١٣٢	٧٤٥	٧٥٠	٦٩٠	٦٣٠	٥٧٠	٥٠٠	٤٨٦	٤٧٣	٤٦٠	٤٤٨	٤٣٦
١٣٦	٧٩٠	٨٠٠	٧٤٠	٦٨٠	٦٢٠	٥٤٠	٥٢٦	٥١٣	٥٠٠	٤٨٨	٤٧٦
١٤٠	٨٣٥	٨٤٠	٧٨٠	٧٢٠	٦٥٠	٥٨٠	٥٦٥	٥٥٣	٥٤٠	٥٢٨	٥١٦
١٤٤	٨٨٥	٨٩٠	٨٢٥	٧٦٠	٦٩٠	٦٢٠	٦٠٧	٥٩٣	٥٨٠	٥٦٨	٥٥٥
١٤٨	٩٣٥	٩٥٠	٨٨٥	٨٢٠	٧٤٠	٦٦٠	٦٤٧	٦٣٣	٦٢١	٦٠٨	٥٩٥
١٥٢	٩٧٥	٩٩٠	٩٢٥	٨٦٠	٧٨٠	٧٠٠	٦٨٥	٦٧٣	٦٦٠	٦٤٨	٦٣٥
١٥٦	١٠٢٠	١٠٣٠	٩٦٠	٨٩٠	٨١٥	٧٤٠	٧٢٥	٧١٣	٦٩٨	٦٧٨	٦٦١
١٦٠	١٠٤٠	١٠٦٠	٩٩٠	٩٢٠	٨٥٠	٧٨٠	٧٦١	٧٤٣	٧٢٦	٧٠٨	٦٩٠
١٦٤	١٠٨٠	١١٠٠	١٠٤٠	٩٦٠	٨٨٥	٨١٠	٧٩١	٧٧٣	٧٥٥	٧٣٨	٧٢١
١٦٨	١١٢٠	١١٤٠	١٠٧٠	١٠٠٠	٩٢٠	٨٤٠	٨٢٠	٨٠٣	٧٨٥	٧٦٨	٧٤٥
١٧٢	١١٨٠	١١٩٠	١١١٠	١٠٢٠	٩٤٠	٨٦٠	٨٤٠	٨٢٣	٨٠٦	٧٨٨	٧٦٠
١٧٦		١٢٣٠	١١٤٠	١٠٤٠	٩٦٠	٨٨٠	٨٦٠	٨٤٣	٨٢٥	٨٠٨	٧٨٠
١٨٠			١١٧٠	١٠٦٠	٩٨٠	٩٠٠	٨٨٠	٨٦٣	٨٤٥	٨٢٨	٨٠٠
١٨٤					١٠٠٠	٩٢٠	٩٠٣	٨٨٣	٨٦٥	٨٤٨	٨١٥
١٨٨						٩٤٠	٩٢٠	٩٠٣	٨٨٥	٨٦٨	٨٤٠
١٩٢								٩٢٣	٩٠٦	٨٨٨	٨٥٠
١٩٦										٩٠٨	٨٦٠
٢٠٠											٨٧٠

تابع جدول رقم (٣٤)

عامل العمر والطول للرجال والسيدات والأطفال والشباب

٣ ـ عامل العمر والطول للبنات

الطول (سم)	العمر (سنة) ـ البنات									
	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩
٦٨	-٩٥									
٧٢	-٨٤	-٨٩								
٧٦	-٦٨	-٧٣	-٧٥							
٨٠	-٥٢	-٥٧	-٦٠	-٦٦						
٨٤	-٣١	-٣١	-٤١	-٥٠	-٥٥					
٨٨	-٩	-٥	-١٧	-٣٤	-٣٩	-٤٣				
٩٢	٩	١٩	صفر	-١٤	-٢٢	-٢٧	-٣٢			
٩٦	٢٢	٢٧	١٣	-٢	-٥	-١١	-١٧	-٢١		
١٠٠	٣٨	٤٣	٣١	١٤	١٠	٥	صفر	-٥	-١٠	-١٤
١٠٤	٥٨	٦٢	٤٥	٣٠	٢٥	٢١	١٦	١١	٦	٢
١٠٨	٨٠	٨٥	٦٥	٥٦	٤٧	٣٧	٣٢	٢٧	٢٣	١٨
١١٢	٩٦	١٠١	٨٧	٧٢	٦٢	٥٣	٤٨	٤٣	٣٨	٣٤
١١٦	١١٢	١١٧	١٠٧	٩٨	٨٤	٦٩	٦٤	٥٩	٥٤	٥٠
١٢٠	١٣٣	١٤٣	١٢٩	١١٤	٩٧	٨٠	٧٧	٧٥	٧١	٦٦
١٢٤	١٤٨	١٥٩	١٤٥	١٣٠	١١٥	١٠١	١٠١	١٠١	٩١	٨٢
١٢٨	١٦٧	١٧٥	١٦١	١٤٦	١٣٢	١١٧	١١٢	١٠٧	١٠٣	٩٨
١٣٢	١٨٦	١٩١	١٧٧	١٦٢	١٤٨	١٣٣	١٢٨	١٢٣	١١٩	١١٤
١٣٦	٢٠٢	٢٠٧	١٩٢	١٧٨	١٥٩	١٤٠	١٤٠	١٣٩	١٣٤	١٣٠
١٤٠	٢١٩	٢٢٨	٢١١	١٩٤	١٨٠	١٦٥	١٦٠	١٥٥	١٥٠	١٤٦
١٤٤	٢٤٤	٢٤١	٢٣٠	٢١٠	١٩٥	١٨١	١٧٦	١٧١	١٦٧	١٦٢
١٤٨	٢٦٦	٢٦٥	٢٥٠	٢٣٦	٢٢٠	١٩٧	١٩٢	١٨٧	١٨٢	١٧٨
١٥٢	٢٧٧	٢٨١	٢٦٧	٢٥٢	٢٣٢	٢١٢	٢٠٦	٢٠١	١٩٧	١٩٢
١٥٦	٢٩٢	٢٩٧	٢٧٩	٢٦٠	٢٤٣	٢٢٧	٢٢١	٢١٥	٢١٠	٢٠٦
١٦٠	٢٩٨	٣٠٣	٢٨٩	٢٧٤	٢٥٨	٢٤٢	٢٣٥	٢٢٩	٢٢٤	٢٢٠
١٦٤	٣١١	٣١٣	٣٠١	٢٩٠	٢٧٤	٢٥٧	٢٥٠	٢٤٣	٢٣٩	٢٣٤
١٦٨	٣٣٥	٣٢٥	٣١٥	٣٠٦	٢٨٨	٢٧١	٢٦٣	٢٥٥	٢٥٠	٢٤٦
١٧٢		٣٣١	٣٢٤	٣١٨	٣٠١	٢٨٥	٢٧٦	٢٦٧	٢٦٣	٢٥٨
١٧٦				٣٢٨	٣١٤	٢٩٩	٢٨٩	٢٧٩	٢٧٤	٢٧٠
١٨٠					٣٢٣	٣١٣	٣٠٢	٢٩١	٢٨٧	٢٨٢
١٨٤						٣٢٧	٣١٥	٣٠٣	٢٩٨	٢٩٤

الرموز العلمية لوظائف الجهاز التنفسى

كثيرًا ما يواجه القارئ أو الباحث بعض الحروف اللاتينية التى تستخدم كاختصارات لوظائف وقياسات الجهاز التنفسى، الجدول رقم (٣٥) يوضح هذه الرموز واستخداماتها.

جدول رقم (٣٥)

الرموز الشائعة فى فسيولوچيا الجهاز التنفسى

الرمز	الاستخدام الشائع
V	حجم الغاز Gas Volume .
$\dot{V}$	حجم الغاز خلال وحدة قياس زمنية معينة (يلاحظ وجود نقطة فوق حرف V).
P	ضغط الغاز Gas Pressure .
I	غاز هواء الشهيق Inspired Gas .
E	غاز هواء الزفير Expired Gas .
A	غاز هواء الحويصلات Aveolar Gas .
a	غاز الدم الشريانى Arterial Gas .
T	غاز حجم هواء التنفس Tidal Gas .
STPD	درجة حرارة صفر سنتجراد عند الضغط الجوى ٧٦٠ مم/زئبق بدون بخار الماء. Standard temperature, Pressure, dry (O°C, 760 mm. Hg, Free of water vapor).
Vo_2	حجم الأكسجين.
Vo_2 (STPD)	حجم الأكسجين عند درجة حرارة معيارية صفر وضغط جوى ٧٦٠ مم/ زئبق بدون بخار الماء، ويعبر عنها عادة بعدد اللترات فى الدقيقة (لتر/دقيقة).
Pco_2	ضغط ثانى أكسيد الكربون بالملّمتر زئبق (مم زئبق).

تابع جدول رقم (٣٥)

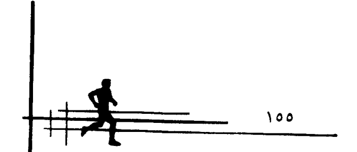
الرموز الشائعة فى فسيولوچيا الجهاز التنفسى

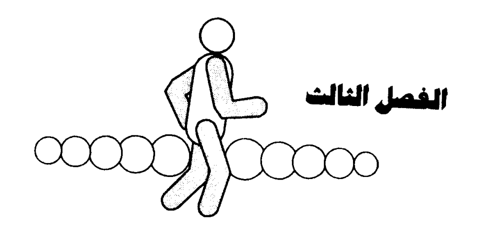
الرمز	الاستخدام الشائع
$PAco_2$	ضغط ثانى أكسيد الكربون لهواء الحويصلات بالملّمتر زئبق (مم زئبق).
VC	السعة الحيوية Vital Capacity. أقصى حجم لهواء الزفير بعد أقصى شهيق.
SVC	السعة الحيوية البطيئة Slow Vital Capacity. حجم هواء الزفير بدون السرعة فى طرد هواء الزفير.
FVC	السعة الحيوية السريعة Forced Vital Capacity. حجم هواء الزفير المدفوع فى أقصر زمن ممكن.
TV	حجم هواء التنفس Tidal Volum. حجم الهواء الداخل والخارج من الرئتين خلال عملية التنفس.
IRV	حجم هواء الشهيق الاحتياطى Inspiratory Reserve Volume. حجم هواء الشهيق الذى يمكن استنشاقه بعد حجم هواء الشهيق العادى.
ERV	حجم هواء الزفير الاحتياطى Expiratory Reserve Volume. وهو حجم هواء الزفير الذى يمكن إخراجه بعد حجم هواء الزفير العادى.
RV	حجم الهواء المتبقى Residual Volume. وهو حجم الهواء المتبقى فى الرئتين بعد إخراج أقصى زفير.
BTPS	درجة حرارة الجسم، الضغط المحيط المشبع ببخار الماء. Body temperature, ambient pressure, saturated water vapor.
ATPS	درجة الحرارة المحيطة والضغط المشبع ببخار الماء. Ambient temperature and pressure, saturated water vapor.

تابع جدول رقم (٣٥)

الرموز الشائعة فى فسيولوچيا الجهاز التنفسى

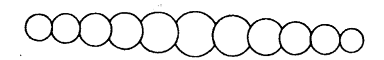
الرمـز	الاسـتـخـدام الـشـائـع
O_2	غاز الأكسچين.
Co_2	غاز ثانى أكسيد الكربون.
N_2	النتروچين.
F	يعبـر عن النسبـة المئوية أو نسبـة الجزء الموجـود من أى غاز. ومثـال على ذلك (FEo_2) . . ، (F) تعنى النسبـة المئوية (Eo_2) تعنى أكسچين هواء الزفير، وإجمالى الرمز (FEo_2) يعنى النسبة المئوية لأكسچين هواء الزفير.
V_E	حجم هواء الزفير، ودائمًا يعبر عنها باللتر.
$VE_{(BTPS)}$	حـجم هواء الزفيـر المصحح تبـعًا لدرجـة حرارة الجـسم فى الضغط الجوى المحيط المشبع ببخار الماء.
$\dot{V}_E$	حجم هواء الزفيـر خلال وحدة زمنية. وعادة يعبـر عنها بعدد اللترات خلال الدقيقة الواحدة (لتر / دقيقة).
FEV	حجم هواء الزفير السريع Forced expiratory volume . حـجم هواء الزفيـر السريع المـدفوع من الرئتـين فى أقل زمن ممكن حتى الثانية ١، أو ٢ ثانية، أو ٣ ثانية.
MBC	السعة التنفسية القصوى Maximum Breathing Capacity . حجم الهواء المتحرك من وإلى الرئتين فى الدقيقة.





الفصل الثالث

الجهاز العصبى



فسيولوجيا الجهاز العصبى

الجهاز العصبى هو المهيمن على جميع وظائف الجسم، وهو المسئول عن الربط بين وظائف الأجهزة وتحقيق وحدة وتكامل الكائن الحى.

ويتكون الجهاز العصبى من مجموعة من المراكز العصبية المترابطة التى تصلها التنبيهات الحسية من جميع أجزاء الجسم، فتقوم بإصدار التنبيهات الحركية إلى العضلات الملساء والمخططة.

* الخلية العصبية :

الخلية هى العنصر الأساسى فى تكوين الجهاز العصبى، حيث إنها الوحدة الوظيفية التى تقوم بوظائف الجهاز العصبى من توصيل المعلومات والاستجابة لها. وتنقسم الخلية العصبية تبعًا للوظيفية إلى : خلية حسية، وخلية حركية، وخلية داخلية.

* المراكز العصبية :

المركز العصبى هو تجمع لمجموعة من الخلايا العصبية يكون لها دور وظيفى معين، هذا التجمع يطلق عليه مركز عصبى.

* تكوين الجهاز العصبى :

يتكون الجهاز العصبى من ثلاثة أجزاء وفقًا للوظيفة هى :

١ ـ الجهاز العصبى المركزى :

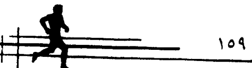
يتكون من المخ والنخاع الشوكى، ويقوم بتنظيم وظائف الجسم وتهيئته لمواجهة الظروف المتغيرة، كما يقوم بوظائف التفكير وغيرها.

٢ ـ الجهاز العصبى الطرفى :

يتكون من الأعصاب والضفائر التى تربط بين الأعصاب المصدرة والموردة، وبين الجهاز العصبى المركزى . . ، وتنقسم هذه الأعصاب إلى نوعين :

أ ـ الأعصاب المخية . . ، وهى التى تخرج من المخ.

ب ـ الأعصاب الشوكية . . ، وهى التى تخرج من النخاع الشوكى.



وهذه الأعصاب تنقسم إلى فرعين أحدهما حسى والآخر حركى.

٣ - الجهاز العصبى الذاتى (اللاإرادى) :

يعتبر هذا الجهاز أحد أجزاء الجهاز العصبى، ويطلق عليه عدة مصطلحات مثل الجهاز العصبى الذاتى أو الأوتونومى أو الجهاز العصبى اللاإرادى . . . ، وتقوم وظائف الأعصاب لهذا الجهاز بالتحكم فى مختلف وظائف الجسم. وهى تتصل بجميع أعضاء الجسم فيما عدا العضلات الهيكلية المخططة . . . وينقسم هذا الجهاز إلى نوعين هما :

أ - الجهاز العصبى السمبثاوى : وهو المسئول عن سرعة إنتاج الطاقة عن طريق زيادة نشاط الجهاز الدورى والتنفسى وإفراز الهرمونات وغيرها، مما يجعل الجسم مستعدًا للعمل.

ب - الجهاز العصبى الباراسمبثاوى : وهو الذى يعمل بشكل عكسى مع الجهاز العصبى السمبثاوى حيث ينظم جميع عمليات الجسم أثناء الراحة.

*** دور الجهاز العصبى فى النشاط الرياضى :**

يلعب الجهاز العصبى دورًا مهمًا فى النشاط الرياضى . . ، حيث يقوم بالوظائف التالية :

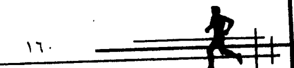
١ - التعلم الحركى بمراحله المختلفة.

٢ - الجهاز العصبى هو المسئول عن سرعة الأداء الحركى بأنواعه المختلفة . . . ، مثل سرعة زمن الرجع البسيط والمركب، والسرعة بكافة أنواعها سواء كانت سرعة الحركة الواحدة أو المتكررة.

٣ - الجهاز العصبى اللاإرادى هو المسئول عن الحالات الانفعالية التى يمر بها اللاعب قبل المنافسة، وكذلك بعد أداء الأحمال التدريبية العالية.

٤ - يعتبر الجهاز العصبى هو المسئول عن التحكم فى إنتاج القوة العضلية بداية من الانقباضات الضعيفة حتى الانقباض الأقصى.

٥ - يقوم الجهاز العصبى بالتحكم فى تحريك الجسم أو أجزاء الجسم فى الفراغ.



٦ ـ يقوم الجهاز العصبى بالتحكم فى زمن أداء الحركة الواحدة أو الإيقاع الحركى.

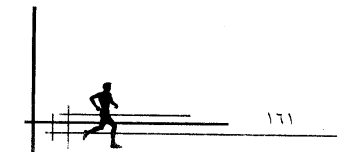
٧ ـ الجهاز العصبى هو المسئول عن التحكم فى حركات التنفس أثناء الأداء الرياضى.

*** الجهاز العصبى العضلى :**

يعتبر الجهاز العصبى العضلى المسئول عن تحريك أعضاء الجسم، حيث تستقبل العضلة الهيكلية الإشارات العصبية من الخلايا العصبية الحركية وتقوم بوظيفتها لأداء الانقباض العضلى.

بناء على ما سبق فإن الجهاز العصبى العضلى يتكون من الأعصاب الحركية التى تحمل الأوامر من الجهاز العصبى إلى العضلة، والأعصاب الحسية التى تنقل الأحاسيس المختلفة من العضلة إلى الجهاز العصبى، والعضلة نفسها التى تقوم بالانقباض العضلى بناء على ما يصلها من إشارات عصبية.

وتنظم عملية الاتصال العصبى العضلى من خلال نظام الوحدات الحركية التى تعتبر الوحدة الأساسية للجهاز العصبى الحركى، حيث تتكون كل وحدة حركية من خلية عصبية حركية ومجموعة من الألياف العضلية التى تتصل بها هذه الخلية العصبية ويقدر عدد هذه الألياف تبعًا لعدد الأفرع العصبية المتفرعة من محور الخلية العصبية المسيطرة على هذه الألياف.



تقويم الجهاز العصبى

مقدمة :

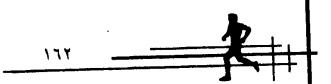
نظرًا لأهمية الدور الحيوى الذى يقوم به الجهاز العصبى فى الحياة بصفة عامة وأثناء النشاط الرياضى بصفة خاصة، فإن تقويم حالته الوظيفية يساعد على حل كثير من المشكلات الحيوية للرياضيين مثل تشخيص الحالة التدريبية، ومدى إمكانية السماح للرياضى بالاشتراك فى التدريب والمنافسات، كذلك المشاكل المتعلقة بتخطيط حمل التدريب والراحة ونظام حياة الرياضى . . .، سواء كانت حياته الرياضية أو حياته العامة.

والجدير بالذكر أنه من أهم المؤشرات التى تعكس الحالة الوظيفية للجهاز العصبى قدرة الفرد الرياضى على إتقان المهارات الحركية التى تتميز بالسرعة والتوافق الحركى، كما أن قدرة الرياضى على الاحتفاظ بمستواه الرياضى «الفورمة الرياضية» إلى أقصى فترة ممكنة تعتبر أيضًا أحد المؤشرات المهمة التى تعكس كفاءة الحالة الوظيفية للجهاز العصبى.

ويمثل حمل التدريب، وكذلك حمل المنافسات الرياضية أحد الأعباء التى تلقى على الجهاز العصبى للرياضى، حيث إن أداء التمرينات الرياضية يكون من خلال عمل كل من الأفعال العصبية والعضلية.

والأمر كذلك أيضًا عند تعلم مهارات حركية جديدة، حيث يؤدى ذلك إلى حدوث تشكيلات جديدة وعلاقات زمنية جديدة يتم تشكيلها فى قشرة المخ . . .، ومع تطور التدريب على المهارة الحركية الجديدة يكتسب الرياضى القدرة على الأداء الحركى الآلى . . .، فهذا كله أيضًا من طبيعة وظائف الجهاز العصبى.

كما أن عدم التخطيط السليم لحمل التدريب يمكن أن يؤدى إلى حالة الإجهاد العصبى، حيث ينعكس ذلك على الرياضى فى شكل إجهاد وحدوث أعراض الحمل الزائد.



الجهاز العصبى المركزى :

تختلف طرق دراسة حالة الجهاز العصبى المركزى . . . ، فمنها الطرق الإكلينيكية والطرق الإلكتروفسيولوجية .

ومن أكثر الطرق الإكلينيكية استخدامًا طريقة التاريخ المرضى . . . ، حيث يقوم بها الطبيب أخصائى الأعصاب، بالإضافة إلى الطرق الأخرى لتحديد حالة الأعصاب المخية والمستقبلات الحسية (الجلد والمستقبلات الحسية الحركية والجهاز الدهليزى وغيرها) والتوافق الحركى. ومن الطرق الإلكتروفسيولوجية طريقة رسم المخ الكهربائى.

طرق تقويم الجهاز العصبى

أولا ـ الطرق الاعتبارية لتقويم الجهاز العصبى :

١ ـ التاريخ المرضى Anamnesis :

يمكن من خلال جمع بيانات التاريخ الرياضى العام للرياضى الحصول على بيانات قد تفيد فى التقويم الوظيفى المبدئى لحالة الجهاز العصبى، وتشمل هذه البيانات معلومات رياضية تتضمن :

١ ـ الوقت اللازم لوصول الرياضى لأعلى مستوى له خلال الموسم التدريبى (الفورمة).

٢ ـ طول الفترة الزمنية التى يستطيع الرياضى خلالها الاحتفاظ بفورمته الرياضية.

٣ ـ سرعة إتقان المهارات الفنية الجديدة.

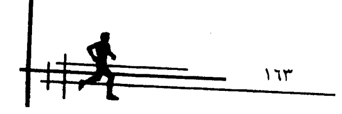
٤ ـ خصائص تنفيذ المهام الخططية الصعبة.

ومن المفيد فى هذا المجال تسجيل ملاحظات عن علامات وأعراض الإجهاد والحمل الزائد فى الحالات التالية :

١ ـ عدم ثبات الانتباه.

٢ ـ انخفاض قدرة الرياضى على التغيير من هدف إلى هدف آخر.

٣ ـ نوعية الحالة المزاجية.



٤ - سرعة الاستغراق فى النوم.

٥ - عمق أو سطحية النوم.

٦ - الأرق.

٧ - النوم قبل المنافسات أو الامتحانات.

٨ - تقويم الشهية (لاتوجد، تقل، غير عادية، تزيد باستمرار، مدى تغير حالة الشهية قبل الامتحانات أو المنافسات).

٩ - زيادة الاستثارة وعدم القدرة على التحكم فى الانفعالات السلبية.

١٠ - تقويم حالة ما قبل المنافسة (مشاهدة أشياء صغيرة أمام العين، تعب العضلات، الصداع .... وغيرها).

علاوة على ما سبق يشمل التاريخ المرضى أيضًا بيانات عن الشكوى من الإصابات والأمراض العصبية مثل إصابات الجمجمة والعمود الفقرى وفترات العلاج بعد هذه الإصابات، وفترات الانقطاع عن التدريب والمنافسات. كما يراعى شكوى الرياضى عن حالته وإحساسه الشخصى بنوعية النوم والشهية والحالة المزاجية والكفاءة، وشعوره بأى اختلال فى الأداء الحركى والإحساس وأعضاء الحس.

عند وجود شكوى من الرياضى يجب ملاحظة مدى إصابته بصداع أو دوار الرأس وغير ذلك من الأعراض، وفى بعض الأحيان يحدث بعد التئام الإصابة فى الجمجمة أن تظهر بعض التغيرات فى الجهاز العصبى اللاإرادى وردود الأفعال السمعية. وفى هذه الحالة يتطلب الأمر استشارة لجنة طبية تضم أخصائى الأعصاب وأخصائى الأذن والحنجرة.

وإذا كان الرياضى يشعر بالصداع أو الدوار ....، فعليه أن يشرح طبيعة الألم الذى يشعر به، وكذلك أوقات ظهوره ومدى ارتباطه بالأداء البدنى أو التوتر الانفعالى، وأيضًا عليه أن يحدد التمرينات التى يشعر خلالها أو أثناء ممارستها بدوار الرأس أو فقد الوعى لفترة قصيرة أو فقد الاتزان. ويحدث الدوار عند أداء

حركات الدورانـات والتعلق، وقد يرجع ذلك إلى تغيـرات الأذن الداخلية أو إلى أمراض عضوية فى الجهاز العصبى المركزى.

٢ ـ خصائص العمليات العصبية العليا :

تفيـد المعلومات التاريخـية المرضيـة والملاحظات المسجلة عن الرياضـيين فى تحديد خصائص العمليات العصبية العليا . . . وهى كما يلى :

أ ـ قوة العمليات العصبية :

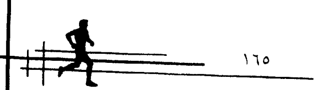
تتضح قوة العمليات العـصبية فى الثبات والشجاعـة والنشاط والتركيز على تحقيق الأهداف. ويمكن التحكم فى ذلك من خلال مـتابعة ديناميكية تطور النتائج الرياضيـة وكذلك خلال المنافـسة، وسرعـة عمليـات التعبـئة والرغبـة فى الفوز، وعلاقة الرياضى بالفـشل وبالأخطاء، وردود أفعاله خلال المنافسـة فى حالة ما إذا كان المنافس أقوى أو أضعف.

كمـا أن متابعـة كفـاءة الرياضى فى أداء حمل التـدريب تكون خلال دورة الحمل الصـغيرة والكبـيرة، وخلال جرعـة التدريب الواحدة، وكـذلك من خلال مراقبة سرعة اللاعب فى الوصول إلى الفورمة الرياضية والقدرة على الاحتفاظ بها لفتـرة زمنية أطول، وكذلك مـدى التزام الرياضى باتبـاع النظام فى حياته العـامة وحياته الرياضية.

ب ـ توازن العمليات العصبية :

يمكن الحكم على توازن العمليات العصبية من خلال ملاحظة الحالة المزاجية للاعب، ومدى قدرته على التـماسك، وعلاقاته مع أسرته وأصـدقائه وزملائه فى العمل أو الدراسة أو زمـلائه فى الفريق. وكذلك خصائص سلوكه داخـل الجماعة خلال التدريب والمنافسة.

ولعل من أهم المؤشرات التى يمكن الحكم بها على توازن العمليات العصبية هى حالة النوم ليلة المنـافسة، وكذلك سلوك الرياضى عـند بداية السباق وعلاقـته بإشارة البدء (فى المنافسات الرياضية التى يتوافر فيها ذلك).



جـ - مرونة العمليات العصبية :

يمكن الحكم على مرونة العمليات العصبية من خلال :

- سرعة إتقان المهارات الحركية.
- سرعة إتقان المهارات الفنية والخططية.
- سرعة التخلص من الأخطاء.
- سرعة اختفاء أعراض حالة حمى ما قبل البداية.
- سرعة اختفاء التوتر بعد المنافسة الرياضية.
- سرعة التحول من نشاط إلى آخر.
- سرعة النوم وعمقه بعد المنافسة.

وقد أشار «بافلوف» إلى أهمية دور البيئة فى تشكيل خصائص الجهاز العصبى، حيث أظهرت التجارب والملاحظات أن عمليات التدريب الرياضى تحسن من قوة ومرونة العمليات العصبية وتزيد من معدلاتها.

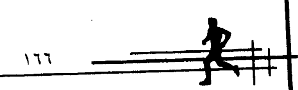
كما لوحظ عند دراسة حالة الأعصاب المخية أهمية العناية بحاسة البصر وأعصاب تحريك العين وأعصاب الوجه والسمع. وفى بعض الأحيان تؤدى الإصابة إلى حدوث اختلال فى نشاط تلك الوظائف.

ثانيًا - الطرق الموضوعية لتقويم الجهاز العصبى :

تشمل هذه الطرق مجموعة مختلفة من دراسات توافق وظائف الجهاز العصبى، ودراسات حالة المستقبلات الحسية، ودراسة حالة الجهاز العصبى اللاإرادى، والجهاز العصبى العضلى.

١ - دراسة توافق وظائف الجهاز العصبى :

يتمثل التوافق الحركى Motor Coordination الدقيق فى التناسق الجيد بين عمل مختلف المجموعات العضلية بما يجعل الأداء الحركى Motor Performance متميزا بالدقة العالية والاقتصاد فى الوقت والجهد.



ويشترك فى تحقيق التوافق الحركى الدقيق وظائف كل من قشرة المخ وما تحتها والمستقبلات الحسية المختلفة والمخيخ والعضلات المختلفة، وعند تنظيم وتوافق عمل هذه الوظائف المختلفة تظهر فى النهاية الحركة الجيدة السليمة..، ويتم اختبار التوافق كما يلى من خلال النماذج التالية :

أ ـ اختبار رومبيرج Rombirg Test :

يهدف هذا الاختبار إلى قياس المقدرة على حفظ الاتزان . . .، ويؤدى كما يلى :

يقف المختبر ـ حافى القدمين ـ على قدم واحدة مع ثنى الرجل الأخرى وسند مشطها فوق مفصل ركبة رجل الارتكاز، مع فرد الذراعين أمامًا وتباعد الأصابع بدون توتر وغلق العينين (لمنع الاعتماد على حاسة النظر فى تصحيح وضع الجسم).

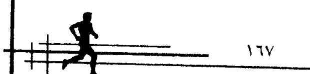
عند تقويم أداء المختبر على الاختبار يجب ملاحظة درجة ثبات المختبر وعدم الاهتزاز أثناء الوقوف (ثبات الوقوف) وزمن الاتزان الذى يقدر كما يلى :

* جيد : فى حالة اتخاذ الوضع والثبات فيه لأكثر من ١٥ ثانية بدون تحريك أصابع القدمين والرموش.
* مقبول : فى حالة الاستمرار فى الوضع لمدة ١٥ ثانية مع وجود حركة بسيطة فى أصابع القدمين.
* ضعيف : فى حالة الاحتفاظ بالوضع لأقل من ١٥ ثانية.

ب ـ اختبار الأنف والأصبع :

وهو اختبار لقياس التوافق الحركى . . .، ويحاول الفرد فى هذا الاختبار لمس الأنف بأصبع السبابة وهو مغلق العينين.

يمكن تطبيق اختبارات التوافق قبل وبعد التدريب والمنافسة، حيث يمكن من خلال نتائج هذه الاختبارات الحكم على درجة التعب لدى الرياضى، ويعتبر اختلال التوافق الحركى والأفعال الحركية من علامات الإجهاد الزائد أو الحالات المرضية فى أجزاء الجهاز العصبى.



جـ - دراسة النشاط الكهربائى لقشرة المخ :

تستخدم طريقة رسم المخ الكهربائى (ECG) لتسجيل فروق الجهد الكهربائى لقشرة المخ.

ومن خلال هذه الطريقة يمكن التعرف على ردود الأفعال للمثيرات المختلفة سواء كانت ضوئية أو صوتية، على أن يكون ترددها بمعدل ٨ - ٣٠ ذبذبة / ثانية.

كما يمكن استخدام هذه المثيرات فى دراسة الحالة الوظيفية للرياضيين وسرعة رد الفعل الحركى، بمعنى قياس الفترة الزمنية الواقعة بين المثير والاستجابة.

ولقد أظهرت الدراسات التى أجريت على الرياضيين فى حالة التعب أو الحمل الزائد أن استقبالهم لمثير ضوئى ضعيف لايؤدى تقريبًا إلى حدوث رد فعل على رسم المخ الكهربائى.

٢ - دراسة المستقبلات الحسية :

تقوم المستقبلات الحسية المختلفة بالجسم بنقل الإشارات العصبية الحسية إلى القشرة المخية، حيث يتم تحليلها وتركيب المعلومات. وبذلك فإن المستقبلات الحسية هى التى تعكس العالم المادى المحيط بالرياضى إلى الإدراك، وتشمل هذه المستقبلات: حاسة البصر، وحاسة السمع، وأعضاء الإحساس الحركى، والجلد.

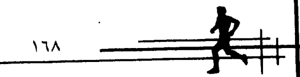
هذه المستقبلات تلعب دورًا هامًا عند أداء الرياضى لجميع أنواع الأنشطة الرياضية. وتتوقف كفاءة الأداء الفنى للمهارات الحركية المختلفة على كفاءة هذه المستقبلات الحسية، وخاصة عند أداء حركات بالجسم فى الهواء، أو الحركات التوافقية، وحركات الهبوط. لذا فإن هذه العمليات المختلفة تتحسن بالتدريب.

ولدراسة حالة المستقبلات الحسية يستخدم عدة طرق نذكر منها :

أ - دراسة حاسة البصر :

يتم تحديد حاسة البصر بقياس عدة متغيرات مثل :

- حدة الإبصار.



- مجال الإبصار.

- تمييز الألوان.

- توازى عضلات العين.

- ردود أفعال رموش العين.

وقد وجد أن مجال البصر يتسع فى بعض الأنشطة الرياضية عند الانتظام فى التدريب، كما يتحسن الجهاز الحركى للعين بالانتظام فى التدريب أيضًا...، ومن الأنشطة الرياضية التى تحقق ذلك الألعاب الجماعية بأنواعها (قدم، سلة، طائرة، هوكى ... إلخ)، والملاكمة والانزلاق.

ب ـ دراسة حاسة السمع :

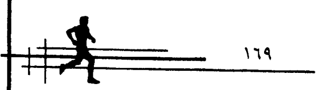
يمكن أن يؤثر ضعف حاسة السمع على كفاءة الرياضى، وقد يكون ذلك أحد أسباب الإصابة وتأخير الاستجابات للمثيرات الصوتية.

وتتحسن الوظائف السمعية من خلال التدريب الرياضى .. هذا ويمكن اختبار حاسة السمع عن طريق تحديد قدرة الرياضى على سماع الحديث والهمس واختبار الشوكة الرنانة، وكذلك قياس السمع Audiometria . ويمكن اعتبار مسافة ٥ متر (خمسة أمتار) مستوى عادى لقدرة الرياضى على سماع الحديث العادى والحديث الهامس.

٣ ـ دراسة الجهاز الدهليزى :

يلعب الجهاز الدهليزى Vestibularis دورًا مهمًا فى بعض الأنشطة الرياضية التى تتميز بالمهارات الرياضية الفنية المعقدة. حيث ترتبط قدرة الرياضى على الإحساس باتجاهات الجسم وحركاته وأوضاعه المختلفة فى الفراغ المحيط والاحتفاظ بتوازن الجسم.

عند إصابة الجهاز الدهليزى يلاحظ على الرياضى حالة رأرأة أو تذبذب فى مقلتى العين، وهى ذبذبة سريعة لاإرادية Nystagmus . كما يلاحظ عدم القدرة على أداء اختبار الأصبع والأنف (السابق ذكره) بدقة أو القدرة على الاحتفاظ بالتوازن عند أداء اختبار رومبيرج السابق ذكره أيضًا.



وتتحسن حالة الجهاز الدهليزى عند الانتظام فى التدريب، حيث يزداد ثباته مما يؤدى إلى تركيز الاستثارة فى أجزاء معينة من الجهاز العصبى المركزى، وبالتالى تقل ردود الأفعال اللاإرادية، ويمكن استخدام بعض الاختبارات للتعرف على كفاءة الجهاز الدهليزى منها :

أ - اختبار فوياتشك Voyatchk Test :

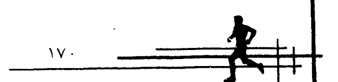
يستهدف هذا الاختبار تحديد درجة ظهور ردود الأفعال الحركية وخاصة الإرادية عند استثارة الجهاز الدهليزى.

فى هذا الاختبار يجلس المختبر على مقعد دوار (مقعد بدون ظهر قاعدته قابلة للدوران مثل مقعد البيانو) ويثبت الرأس فى زاوية ميل مقدارها ٩٠ درجة وتغلق العينان. ويتم أداء خمس دورات للمقعد خلال فترة ١٠ ثوانى بواقع دورة كل ثانيتين ...، يلى ذلك خمس ثوان راحة. ثم يرفع المختبر الرأس ويفتح العينين...، سيظهر تأثير الدوران على شكل انحراف الجذع وبعض علامات الجهاز العصبى اللاإرادى.

يتم قبل وبعد التدوير قياس بعض متغيرات الجهاز العصبى اللاإرادى مثل معدل النبض وضغط الدم ومقارنة تلك القياسات قبل وبعد الدوران. ويمكن تقسيم درجات رد الفعل للجهاز الدهليزى على ثلاثة مستويات هى :

- ضعيف : عندما يجذب الجذع فى اتجاه التدوير.
- متوسط : عند ظهور انحراف فى الجذع بوضوح.
- قوى : عندما تتميز حركة الجذع بالحدة التى تشبه السقوط.

إلى جانب المستويات الثلاثة سابقة الذكر يلاحظ تغيرات الجهاز العصبى اللاإرادى مثل زيادة معدل النبض، وتغير مستوى ضغط الدم، واصفرار الوجه، والعرق البارد، والغثيان، والدوار، وقد يحدث إغماء فى بعض الأحيان. كما يحدث فى بعض الأحيان حالة تذبذب لا إرادى فى مقلتى العينين، ويستمر ذلك لفترات زمنية مختلفة.



يستخدم هذا الاختبار للاعبى الجمباز، والأكروبات، والقفز بالزانة، والغطس، والرقص على الجليد، وكرة القدم، وكرة السلة.

ب ـ اختبار ياروتسك Yarotsk Test :

يعتبر هذا الاختبار من الاختبارات البسيطة التى لاتتطلب إمكانات . . ، حيث يتطلب الأمر إحداث دورانات متتابعة للرأس على أحد الاتجاهات فقط. وبالرغم من بساطة الاختبار إلا أن دلالاته عالية من حيث تقويم حالة الجهاز الدهليزى.

فى هذا الاختبار يقوم المختبر بتدوير الرأس فى أحد الاتجاهات بمعدل دورة كاملة كل ثانية. ويحسب الزمن من البداية حتى لحظة فقد الاتزان. يؤدى الاختبار من وضع الوقوف.

بلغ متوسط الأداء للأفراد العاديين ٢٧,٦ ثانية، فى حين بلغ لدى الرياضيين ٩٠ ثانية.

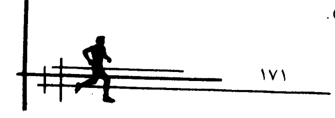
جـ ـ اختبار الاتزان الحرارى Caloric Test (*) :

تقوم فكرة الاختبار على عمل تيارات حمل فى القنوات شبه الدائرية وذلك بدفع ماء فى درجة حرارة أقل وأكثر من درجة حرارة الجسم العادية.

والغرض الفسيولوجى من هذا الاختبار هو إحداث تغيير فى الكثافة النوعية للسائل الليمفاوى فى هذه القنوات، وذلك عن طريق إحداث التغيير فى درجة الحرارة، ومن مميزات أداء الاختبار بهذه الطريقة أنه مضمون النتائج، ولهذا فمتغير الاتزان يعطى دلالة قاطعة على التغيرات غير الطبيعية فى الجهاز السمعى، ومن عيوب هذا الاختبار أنه لايمكن أداؤه فى بعض الحالات مثل وجود ثقب بطبلة الأذن أو مع الأطفال الصغار، وبذا لايمكن بواسطته تحديد مكان الخلل الوظيفى فى الجهاز السمعى؛ لأن الجهاز الحسى يتم تنبيهه من الناحيتين معًا.

ويمكن جعل القنوات شبه الدائرية الأفقية فى وضع رأسى بالنسبة للشخص الجالس بوضع رأسه ٦٠ درجة للخلف، وبالنسبة للشخص الذى يكون مستلقيًا فى وضع أفقى ترفع رأسه ٣٠ درجة فقط.

(*) للاستزادة راجع : مصطفى كاظم مختار (١٩٨٠م).



وإحداث التغير فى الكثافة النوعية للسائل الليمفاوى الداخلى الناتج عن التغير فى درجة الحرارة يحدث إزاحة للسائل مسببًا بذلك التغيير فى وضع الكوبيلا Cupula .

ميكانيكية الاختبار :

لأداء الاختبار يرقد الشخص المختبر على سرير، ويكون وضع الرأس مرفوعة ٣٠ درجة من الوضع الأفقى للأمام مما يجعل محور العين والأذن للقنوات شبه الدائرة فى وضع رأسى. . ، ويجب :

١ - أن تكون درجة حرارة الماء أقل أو أزيد من درجة حرارة الجسم الطبيعية بمقدار ٧ْ م، أى أن تكون درجة حرارة الماء ٣٠ْ م، ٤٤ْ م.

٢ - لاتزيد مدة دفع السائل عن ٣٠ ثانية.

٣ - لايقل حجم الماء عن ٥٠ سم.

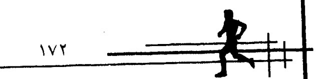
٤ - لاتقل الفترة بين دفع السائل مرة وأخرى عن ٥ دقائق.

٥ - تقاس رأرأة العين بواسطة ساعة إيقاف.

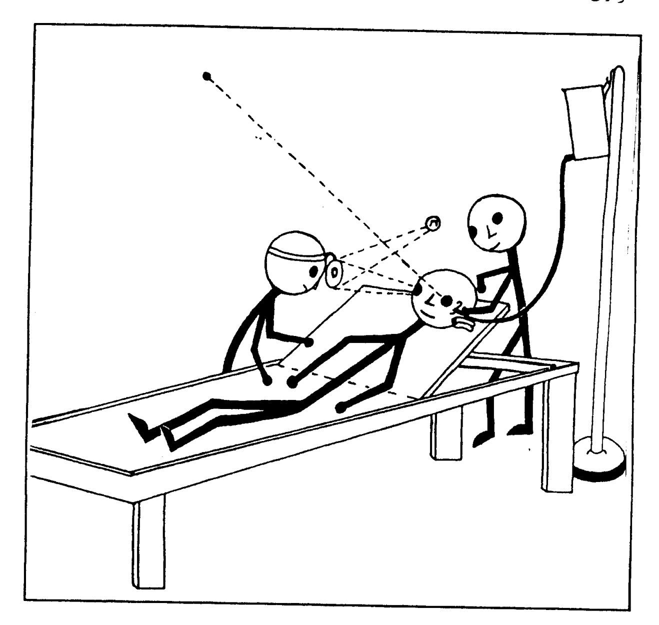
ويمكن ملاحظة الحركة الدورانية للعينين (الرأرأة) باستعمال أو بدون عدسات مكبرة، كما يمكن تسجيلها على جهاز للاهتزازات اللاإرادية للعين الشكل رقم (٢١) يوضح طريقة أداء الاختبار.

التفسير :

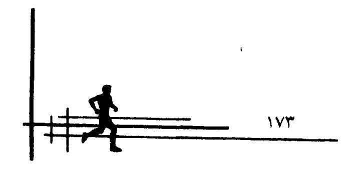
عندما يكون الماء فى درجة حرارة أقل أو أزيد من درجة حرارة الجسم الطبيعية بمقدار ٧ْ م تنقل حرارته بعد ملامسته للطبلة ومنها إلى الأذن الوسطى حتى يصل إلى السائل الموجود فى القنوات شبه الدائرية Semicircular Canals وهذا يؤدى إلى عمل تيارات حمل حرارية، التى بدورها تعمل على تنشيط القنوات، وهذه الاستجابة تصل إلى المخ عن طريق العصب المخى الثامن إلى نواة الاتزان بالمخ ومنها إلى النواة المسئولة عن حركات عضلات العينين الخارجية Extra Ocular Muscles وهذا يؤدى إلى انقباضها والتى تؤدى إلى هذا الاهتزاز الأفقى

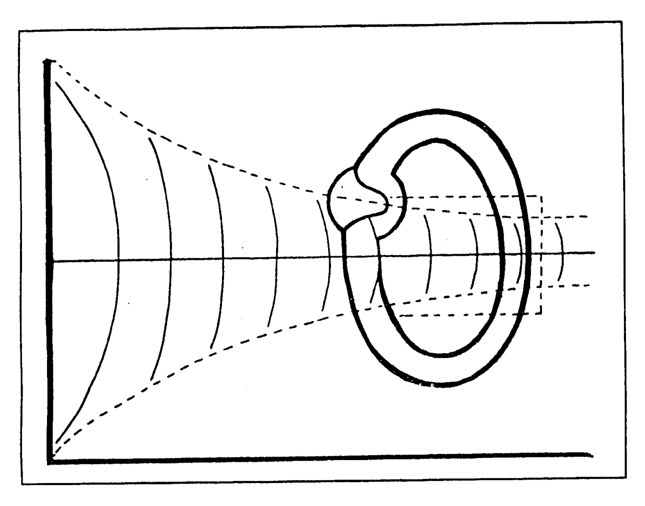


فى العينين. والشكل رقم (٢٢) يوضح انتشار الموجات الحرارية فى اختبار الاتزان الحرارى.



شكل رقم (٢١)
طريقة اختبار الاتزان الحرارى
عن (مصطفى كاظم، ١٩٨٠)





شكل رقم (٢٢)
انتشار الموجات الحرارية فى اختبار الاتزان الحرارى
عن (مصطفى كاظم، ١٩٨٠)

٤ ـ دراسة إحساس الجلد :

للجلد وظائف مختلفة منها إفراز العرق للتخلص من الحرارة الزائدة، وله دور مهم فى وقاية العضلات أيضًا والجسم. إضافة إلى ذلك يقوم الجلد بدور مهم كعضو من أعضاء الإحساس المهمة، حيث يحتوى على أعضاء الاستقبال الجلدية Cutaneous Receptor Organs وكل نوع منها يختص بنوع واحد من الإحساسات المختلفة التى تشمل إحساس اللمس والبرودة والحرارة والضغط والألم.

ويمكن الحكم على الحالة الوظيفية للجلد عن طريق تحديد بعض الإحساسات بالألم باللمس، والألم، والضغط، والحرارة على مناطق متماثلة من

الجسم. ويستخدم لتحقيق ذلك وسائل بسيطة جدًا مثل قياس الإحساس بالألم بواسطة سن إبرة خفيفة، أو درجة الحرارة بواسطة المياه الباردة والساخنة، والإحساس باللمس بواسطة قطعة من القطن.

٥ ـ دراسة أعضاء الإحساس الحركى :

تقوم أعضاء الإحساس الحركى بنقل المعلومات المختلفة عن أوضاع الجسم ككل، وعلاقة كل منها بالأعضاء الأخرى.

ولأعضاء الإحساس الحركى أهمية كبيرة كممرات حسية للأفعال الانعكاسية للاحتفاظ بالقوام Posture والنغمة العضلية Muscle Tone .

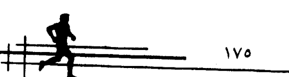
توجد أعضاء الإحساس الحركى فى العضلات الهيكلية والأوتار والمفاصل، حيث توجد المغازل العضلية Muscle Spindles فى العضلات، وهى مسئولة عن نقل درجات الشدة المختلفة على العضلة إلى الجهاز العصبى، وأعضاء الإحساس فى الأوتار تسمى أعضاء جولجى Golgi Organs ، وهى تنقل الإشارات الحسية عندما تشد أوتار العضلات نتيجة الانقباض العضلى، بالإضافة إلى كبسولات باسينيان Pacinian Copuscles التى توجد فى الأنسجة الضامة العميقة حول المفصل حيث تنبه بواسطة الضغط أو الاهتزاز الذى يتم حول المفصل أثناء الحركة.

يرتبط تطور الأداء الحركى من خلال الارتقاء بتلك العلاقة المستمرة بين الجهاز العصبى الذى يصدر أوامره إلى العضلات بالانقباض وحصوله على المعلومات المختلفة نتيجة هذا الانقباض من خلال أعضاء الحس المختلفة. ويزداد دور هذه الأعضاء وضوحًا بصفة خاصة عند أداء الحركات المختلفة عندما يصاحب ذلك غلق العينين.

ويستخدم فى تقويم وظائف أعضاء الإحساس الحركى عدة اختبارات مختلفة، ويستخدم فى ذلك نماذج عديدة منها النماذج التالية :

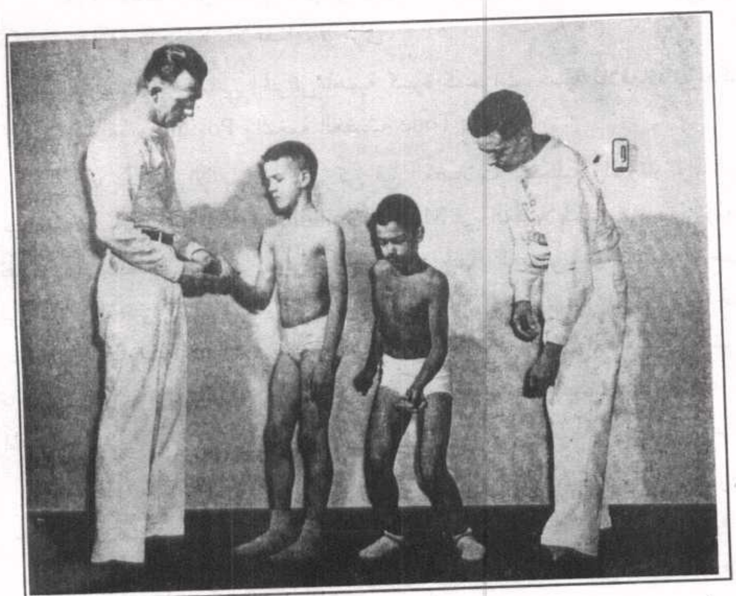
أ ـ اختبارات الإحساس بالقوة العضلية :

من أشهر هذه النوعية من الاختبارات اختبار قياس القوة العظمى باستخدام جهاز ديناموميتر القبضة Hand Grip Dynamometer . فى هذا الاختبار يقوم المختبر باتباع الخطوات التالية :



١ ـ حساب القوة العظمى للقبضة على جهاز ديناموميتر القبضة (اليد المميزة) ويراعى فى ذلك مسك الجهاز بطريقة سليمة (انظر الشكل رقم ٢٣) ثم عصر الجهاز بأقصى قوة ممكنة وتسجيل الرقم الذى يشير إليه مؤشر الجهاز.

٢ ـ يطلب من المختبر أن يؤدى على الجهاز ٥٠٪ فقط من القوة العظمى، ويعطى فى ذلك من ٣ ـ ٤ محاولات تسجل له أقربهم إلى الـ ٥٠٪ من القوة العظمى.



شكل رقم (٢٣)

اختبار قوة القبضة باستخدام جهاز الديناموميتر

عن (Clarke, 1967)

٣ ـ يطلب من المختبر أن يؤدى وهو مغمض العينين ٥٠ ٪فقط من القوة العظمى. ويعطى فى ذلك من ٣ ـ ٤ محاولات تسجل له أقربهم إلى ٥٠٪ من القوة العظمى.

٤ ـ يطلب من المختبر أن يؤدى ٧٥٪ فقط من القوة العضلية العظمى للقبضة، ويعطى فى ذلك من ٣ ـ ٤ محاولات تسجل له أقربهم إلى الـ ٧٥٪ من القوة العظمى (يلاحظ المختبر أثناء ذلك بالنظر الأرقام المسجلة).

٥ ـ يطلب من المختبر أن يؤدى وهو مغمض العينين ٧٥٪ فقط من القوة العظمى. ويعطى فى ذلك من ٣ ـ ٤ محاولات تسجل له أقربهم إلى الـ ٧٥٪ من القوة العظمى.

يتم تقويم الإحساس بالقوة العظمى من خلال تحديد النسبة المئوية لانحراف القوة المسجلة (من القوة العظمى) عن النسبة المئوية المقررة (٥٠٪، ٧٥٪).

عدم زيادة فرق النسبة المئوية لانحراف الأرقام المسجلة عن النسب المقررة (٥٠٪، ٧٥٪) عن ٢٠٪ فإن ذلك يعنى أن حالة الإحساس العضلى المفصلى طبيعى.

مثال :

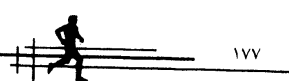
إذا كانت القوة العظمى ٦٠ كيلوجرام، فإن أى زيادة أو نقص عن ٦ كيلو جرام (فى حالة استخدام ٥٠٪ من القوة العظمى وهى ٣٠ كيلوجرام فى المثال) وهى تمثل ٢٠٪ من نصف القوة العظمى يكون دلالة على ضعف الإحساس العضلى المفصلى. أى أن (فى حالة ٥٠٪ من القوة العظمى) :

- تسجيل أى رقم ما بين ٢٤ ـ ٣٦ كيلوجرام .. يعبر عن سلامة الإحساس العضلى المفصلى.
- تسجيل أى رقم يقل عن ٢٤ كيلوجرام أو يزيد عن ٣٦ كيلوجرام يعبر ذلك عن عدم سلامة الإحساس العضلى المفصلى.

وهكذا الأمر وبنفس الأسلوب مع تغيير المعدلات فى حالة استخدام ٧٥٪ من القوة العظمى. هذا مع ملاحظة أنه كلما اقتربت القيمة المسجلة من النسبة المقررة تمامًا (٥٠٪، ٧٥٪) كان ذلك دلالة على أفضلية الإحساس العضلى المفصلى.

ب ـ اختبارات الإحساس بمسافة الوثب Distance Perception Jump :

من أشهر نماذج هذه الاختبارات اختبار سكوت Scott ، حيث يستهدف هذا الاختبار قياس القدرة على الإحساس بمسافة الوثب للأمام Distance Perception Jump ، حيث يدل تحقيق المسافة المطلوبة على الإحساس بمستوى هذا الإحساس.



يؤدى هذا الاختبار بدون استخدام حاسة البصر (المختبر معصوب العينين)..، وهو اختبار صالح للجنسين من عمر عشر سنوات حتى نهاية مرحلة التعليم الجامعى.

يرسم على الأرض خطان متوازيان المسافة بينهما ٢٤ بوصة (٥٨,٨ سم) يخصص أحدهما للبدء (خط البدء) والآخر كهدف (خط الهدف Target Line).

يقف المختبر خلف خط البدء مواجها لخط الهدف بحيث تكون قدماه خلف خط البدء مباشرة (انظر الشكل رقم ٢٤)..، يترك المختبر لتقدير بعد مسافة خط الهدف عنه ثم يعصب العينين. ويترك فى هذا الوضع لمدة خمس ثوانى. ثم يقوم بالوثب بالقدمين معًا من خط البدء إلى الأمام لمحاولة الوصول إلى خط الهدف بحيث يلامس الخط الثانى (خط الهدف) بالعقبين. ويتم تسجيل المسافة التى تقع بين خط الهدف ونهاية عقبى المختبر إلى أقرب ربع بوصة (٦١,٠ سم) وللمختبر محاولتان يسجل له مجموعهما.

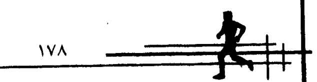
والجدير بالذكر أنه كلما قلت هذه المسافة كان ذلك دلالة على جودة الإحساس بمسافة الوثب لدى المختبر.

جـ - اختبارات الإدراك الحس - حركى للقدم بالفراغ الرأسى

: Pedestrial Test of Vertical Space

من أشهر اختبارات الإدراك الحس - حركى للقدم بالفراغ الرأسى Pedestrial Kinesthesis Tests of Vertical Linear Space اختبار ويب Weibe، حيث يستهدف هذا الاختبار قياس الإحساس بحركة رفع القدم عموديًا لأعلى عند ثنى مفصل الركبة. حيث يحاول المختبر تحقيق مسافة معينة بحيث يحسب نجاحه فى ذلك عن طريق تحقيق المسافة المطلوبة من خلال مدى دقة القرب من الخط المحدد للمسافة.

يرسم خط أفقى على الحائط بحيث يكون على ارتفاع ١٤ بوصة (٤٣,٣ سم) من الأرض. يقف المختبر موازيًا للحائط، وتترك له فرصة لتقدير المسافة بالنظر ثم تعصب عيناه.



يحاول المختبر رفع قدمه المجاورة للحائط إلى مستوى الخط المرسوم على الحائط كما هو موضح فى الشكل رقم (٢٥) . . ويكون ذلك عن طريق ثنى ركبة الرجل. يتم تسجيل المسافة بين القدم والخط المرسوم على الحائط إلى أقرب ١/٤ بوصة (٠,٦١ سم) . . . للمختبر محاولتان يسجل له مجموعهما.

د ـ اختبارات الإحساس بالقدم Pedestrial Test of Size :

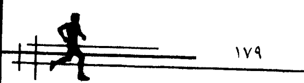
من اختبارات الإحساس بالقدم Pedestrial Kinesthesis Tests الاختبار الذى وضعه ويب Weibe الذى استهدف قياس قدرة القدمين على الإحساس بالمسافة الجانبية. حيث تدل دقة نقل إحدى القدمين جانبًا للمسافة المحددة مسبقًا على ارتفاع مستوى الإحساس شريطة عدم استخدام حاسة البصر.

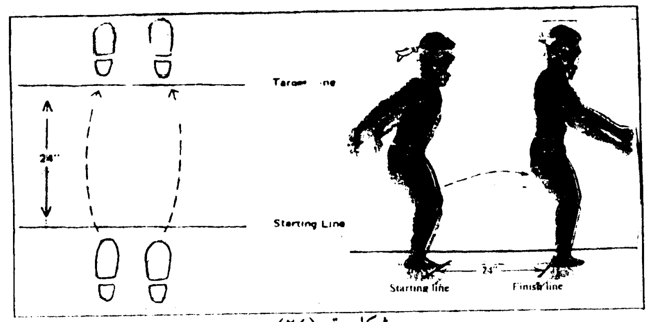
يرسم خطان على الأرض المسافة بينهما ١٢ بوصة (٢٩,٤ سم)، يقف المختبر بحيث تكون إحدى قدميه موازية للخط الأيسر، أى قدمه اليمنى قريبة وموازية للخط الأيسر. يترك للمختبر فرصة تقدير المسافة بالنظر ثم تعصب عيناه. يقوم المختبر وهو معصوب العينين بنقل قدمه اليمنى جانبًا إلى الخط الثانى الذى يبعد بمسافة ١٢ بوصة، مع محاولة وضع القدم اليمنى على الحافة الخارجية للخط الثانى. تحسب المسافة من القدم حتى الخط الثانى، وللمختبر ثلاث محاولات بحيث يسجل له مجموع المحاولات الثلاث التى تمثل مجموعة الأخطاء فى المحاولات الثلاث انظر الشكل رقم (٢٦).

هـ ـ اختبارات الإحساس بالفراغ الخطى الأفقى Horizontal Space Test :

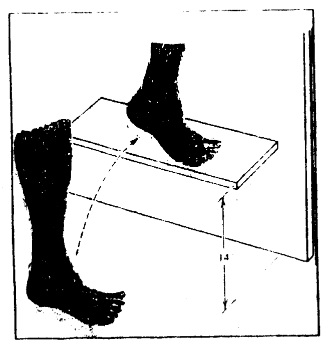
من اختبارات الإحساس بالفراغ الخطى الأفقى Test of Horizontal Liner Space الاختبار الذى وضعه ويب Weibe ويستهدف قياس الإحساس الحركى الأفقى للذراعين. حيث تحسب القدرة على الإحساس بمدى دقة المختبر على لمس علامة معينة على مسطرة موضوعة فى وضع أفقى وهو معصوب العينين. والاختبار صالح للجنسين من سن عشر سنوات حتى نهاية التعليم الجامعى.

من وضع الجلوس على المقعد والمختبر مواجه للحائط. توضع مسطرة تثبت على الحائط فى وضع أفقى (انظر الشكل رقم ٢٧ ـ أ) بحيث يكون طرفها السفلى على ارتفاع من الأرض يوازى مستوى نظر المختبر وهو فى وضع الجلوس على المقعد، توضع علامة معينة على المسطرة، ويطلب من المختبر بعد الجلوس على

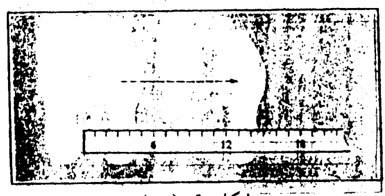




شكل رقم (٢٤)
اختبار سكوت لقياس الإحساس بمسافة الوثب
عن : (Jensen and Hirst, 1980).



شكل رقم (٢٥)
اختبار ويب لقياس الإدراك الحس - حركى
للقدم بالفراغ الرأسى
عن : (Jensen and Hirst, 1980).



شكل رقم (٢٦)
اختبار ويب لقياس الإحساس بالقدم
عن : (Jensen and Hirst, 1980).

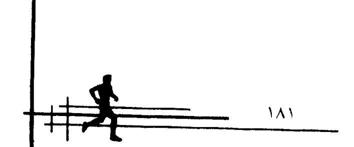
المقعد تقدير نقطة العلامة المرسومة على المسطرة. ثم تعصب عيناه. ويطلب منه أن يشير بسبابته اليمنى إلى العلامة المحددة على المسطرة، أى محاولة وضع السبابة على العلامة مباشرة. على أن يتم ذلك بدون تدريب سابق (المسطرة موازية للأرض).

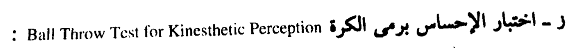
يسجل للمختبر المسافة بين مكان ملامسة سبابته على المسطرة والعلامة المرسومة على المسطرة إلى أقرب ربع بوصة (٠,٦١ سم)، يمنح المختبر ثلاث محاولات ويسجل له مجموعها.

و ـ اختبارات الإحساس بالفراغ الخطى الرأسى Vertical Space Test :

من اختبارات الإحساس بالفراغ الخطى الرأسى Tests of Vertical Liner Space الاختبار الذى وضعه ويب Weibe ويستهدف قياس الإحساس الحركى للذراعين فى الحركات الرأسية، وذلك عن طريق محاولة الإشارة إلى علامة تحدد على مسطرة مثبتة رأسيًا على مستوى النظر وهو معصوب العينين، والاختبار صالح للجنسين من عمر عشر سنوات إلى نهاية مرحلة التعليم الجامعى.

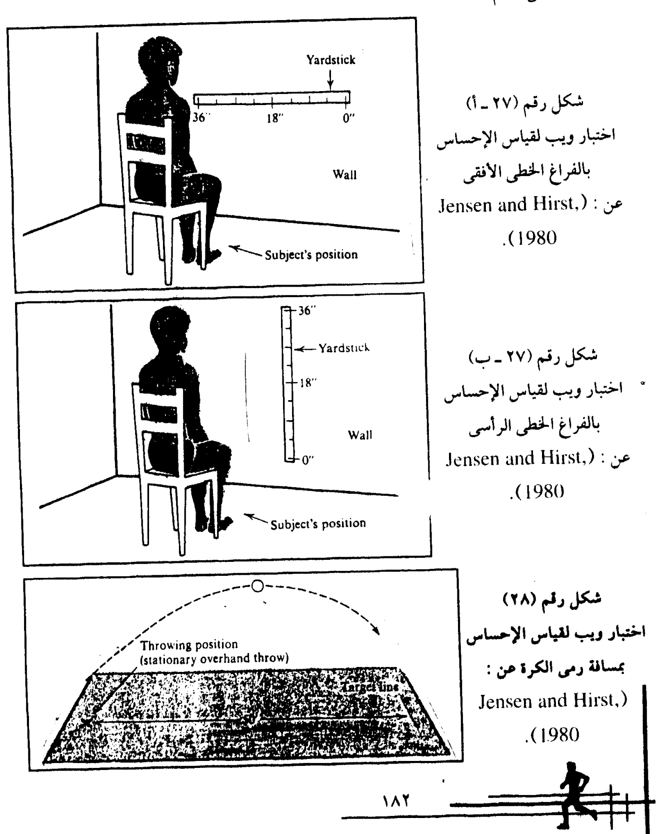
يجلس المختبر على المقعد وهو مواجه للحائط. وتوضع مسطرة (تثبت) على الحائط فى وضع رأسى (انظر الشكل رقم ٢٨ ـ ب) بحيث تكون العلامة المرسومة فى منتصف المسطرة موازية لمستوى نظر المختبر. يركز المختبر تفكيره على العلامة الموجودة فى منتصف المسطرة. ثم تعصب العينان. ويحاول المختبر الإشارة بسبابته اليمنى على العلامة التى فى منتصف المسطرة (ملامستها) وذلك بدون تدريب سابق. يسجل للمختبر المسافة من مكان ملامسته للمسطرة حتى العلامة الموجودة فى منتصف المسطرة إلى أقرب ربع بوصة (٠,٦١ سم)، يمنح المختبر ثلاث محاولات يسجل له مجموعها.





ز - اختبار الإحساس برمى الكرة Ball Throw Test for Kinesthetic Perception :

من اختبارات الإحساس بالفراغ الأفقى فى حركات الرمى . . . خطان المسافة بينهما ٥٠ بوصة، يتم الرمى والعين معصوبة بعد إعطاء فرصة لتقدير المسافة بالنظر . . . . من خلف خط الرمى يتم رمى كرة ناعمة Softball بحيث تسقط الكرة على خط الهدف. تحسب المسافة سلبًا أو إيجابًا (قبل أو بعد) الخط انظر الشكل رقم (٢٨).



شكل رقم (٢٧ - أ)
اختبار ويب لقياس الإحساس بالفراغ الخطى الأفقى
عن : (Jensen and Hirst, 1980).

شكل رقم (٢٧ - ب)
اختبار ويب لقياس الإحساس بالفراغ الخطى الرأسى
عن : (Jensen and Hirst, 1980).

شكل رقم (٢٨)
اختبار ويب لقياس الإحساس بمسافة رمى الكرة عن : (Jensen and Hirst, 1980).

الجهاز العصبى اللاإرادى

أولا ـ ماهية الجهاز العصبى اللاإرادى ووظائفه :

ينقسم الجهاز العصبى اللاإرادى إلى جزأين هما :

أ ـ الجهاز العصبى السمبثاوى.

ب ـ الجهاز العصبى الباراسمبثاوى.

والمهمة الرئيسية للجهازين هى تنظيم وظائف أعضاء الجسم الداخلية، حيث يعملان تحت تأثير تنظيم المراكز العصبية العليا اللاإرادية.

يعمل كلا الجهازين السمبثاوى والباراسمبثاوى معًا لدى الإنسان السليم صحيًا فى تفاعل ديناميكى وتوازن، ففى حالة الراحة تظهر على الرياضى علامات تغلب نغمة الجهاز العصبى الباراسمبثاوى فى شكل بطء معدل القلب وانخفاض ضغط الدم وتقليل معدل التنفس وغيرها. ويختلف الأمر خلال التدريب أو بعده مباشرة حيث يلاحظ تغلب نغمة الجهاز العصبى السمبثاوى . . ، فيلاحظ زيادة نشاط تلك الوظائف اللاإرادية المسئولة عن إنتاج الطاقة والتمثيل الغذائى.

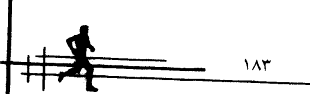
أما فى حالة الإجهاد والحمل التدريبى الزائد يلاحظ حدوث خلل فى العلاقة المثالية بين نشاط كلا الجهازين. وفى هذه الحالة يلاحظ تغلب نغمة الجهاز العصبى السمبثاوى حتى فى حالة الراحة.

ولدراسة حالة الجهاز العصبى اللاإرادى تستخدم عدة اختبارات تستهدف التعرف على حالة ردود الأفعال أو الاستجابات اللاإرادية مثل اختبار رد فعل العين القلبى والجلد والحركة وغيرها. كما تستخدم اختبارات تدخل فيها المواد الفارموكولوجية وتدرس اختلافات درجة حرارة الجلد وإفراز العرق وغيرها. وفيما يلى نعرض بعض هذه الاختبارات.

ثانيًا ـ اختبارات الجهاز العصبى اللاإرادى :

١ ـ اختبار أشنير Ashnir Test :

يطلق على هذا الاختبار اسم اختبار «رد فعل العين القلبى» حيث يعمل على استثارة الجهاز العصبى الباراسمبثاوى.



يأخذ المفحوص وضع الرقود على الظهر، ويقاس له معدل النبض، بعد ذلك يقوم المختبر بالضغط على عينى المفحوص المغلقتين بحيث يستخدم فى ذلك الإبهام والسبابة، ويكون الضغط بدون حدة وتدريجيًا . . ، يلى ذلك حساب معدل نبض المفحوص مرة أخرى.

يتم تقويم الاختبار بناء على معدل التغير الحادث فى معدل النبض نتيجة عمليات الضغط على العينين تبعًا للحالات التالية :

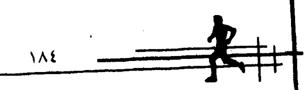
- إذا قل معدل النبض من ٥ ـ ١٢ نبضة . . ، فإن رد الفعل يعتبر إيجابيا. ويشير هذا إلى أن استجابة الجهاز الباراسمبثاوى تعتبر طيبة.
- إذا لم يتغير معدل النبض فإن رد الفعل يعتبر سلبيا . . ، ويشير هذا إلى انخفاض درجة الاستثارة.
- إذا انخفض معدل النبض أكثر من ١٢ نبضة، فإن هذا يدل على ارتفاع استثارة الجهاز العصبى الباراسمبثاوى.
- إذا زاد معدل النبض بعد الاختبار عن أكثر من ٢٤ نبضة فإن رد الفعل يعتبر غير طبيعى.

٢ ـ اختبار الارتسام الجلدى :

هو اختبار لقياس رد فعل الأوعية الجلدية، حيث يظهر رد فعل الأوعية الجلدية عند مرور جسم حاد على الجلد، إذ يؤدى ذلك إلى ظهور ارتسام على الجلد لونه وردى أو أبيض أو أحمر أو شريط أحمر محدب.

وهذه العلامات تعبر عن استثارة نهايات الأعصاب اللاإرادية للأوعية الدموية، ويراعى عند التقويم نوعية ظهور اللون وسرعة ظهوره أيضًا، وذلك فى ضوء المستويات التالية :

- يدل طول الارتسام الجلدى الأحمر على ارتفاع استثارة الجهاز العصبى الباراسمبثاوى للأوعية الجلدية (اتساع أو تمدد الأوعية كالاستجابة للاستثارة الميكانيكية للجلد). .



- ويدل الارتسام الجلدى الأبيض على انقباض الأوعية الدموية وهو علامة على ارتفاع استثارة الجهاز العصبى السمبثاوى للأوعية الدموية.

- يظهر اللون الوردى فى الحالات العادية.

٣ - اختبارات معدل النبض :

الجهازان السمبثاوى والباراسمبثاوى يؤثران على وظائف الأعضاء الداخلية وبصفة خاصة على القلب، أو على معدل القلب بشكل أدق. لذا فإن قياسات معدل النبض وضغط الدم فى ظروف خاصة تعطى انعكاسًا لوظائف الجهاز العصبى اللاإرادى . . وفيما يلى نعرض بعض النماذج من هذه القياسات.

أ - اختبار انتصاب القامة :

تعتمد فكرة هذا الاختبار على أن نغمة الجهاز السمبثاوى أو بالتفصيل معدل القلب يزيد عند تغير وضع الجسم من الوضع الأفقى إلى الوضع الرأسى (انتصاب القامة)، ويشير الفرق فى معدل النبض فى الوضعين (الأفقى والرأسى) إلى التقدير الكمى لحالة الجهاز العصبى السمبثاوى المؤثر على القلب ومدى استثارته ونغمته.

يرقد المفحوص على متكأ، وبعد مرور ٣ - ٤ دقائق يتم قياس معدل النبض فى ١٥ ثانية، ثم ينهض المفحوص ليأخذ وضع الوقوف، ويتم قياس معدل النبض فى الوقوف خلال أول ١٥ ثانية بعد التغير من الوضع الأفقى إلى الوضع الرأسى مباشرة. ويتم حساب النبض فى الدقيقة بالضرب فى ٤.

- إذا لم يزد الفرق عن ١٢ - ١٨ نبضة/دقيقة . . ، تكون دلالة نغمة الجهاز السمبثاوى واستثارته طبيعية.

- إذا كان الفرق أقل من ١٢ نبضة / دقيقة . . ، تكون دلالة على انخفاض نغمة واستثارة الجهاز السمبثاوى.

- إذا كان الفرق أكثر من ١٢ نبضة / دقيقة . . ، فإن ذلك يشير إلى ارتفاع نغمة واستثارة الجهاز السمبثاوى.

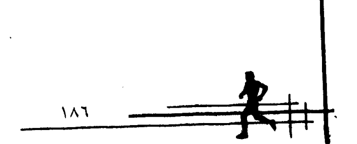


ب ـ اختبار الوضع الأفقى :

يمكن دراسة الحـالة الوظيفيـة للجهـاز السمبـثاوى بواسطة اختـبار الوضع الأفقى، فهذا الاختبار يتأسس على فكرة أن أى تغيير فى وضع الجسم من الوضع الرأسى إلى الوضع الأفقى يزيد من نغمـة الجهاز العصبى الباراسمـبثاوى. ويظهر ذلك فى بطء معدل القلب.

يتم أداء هذا الاختبـار بطريقة عكسية تمامًا للاختـبار السابق (قيـاس معدل النبض فى وضع الوقوف، ثم إعادة قياسه فى الوضع الأفقى).

ويدل انخـفاض معـدل النبض من ٤ ـ ١٢ نبضـة / دقيـقة على أن الجـهاز الباراسمـبثاوى فى حالة طبيعـية، وتشير الزيادة لأكثر من ذلك إلى زيـادة استثا. الجهاز العصبى الباراسمبثاوى.



الجهاز العصبى العضلى

يمكن دراسة حالة الجهاز العصبى العضلى باستخدام عدة طرق مختلفة منها:

- التقدير الكمى لقوة الانقباض العضلى بواسطة قياس أقصى معدل للتردد الحركى لليد.
- قياسات الأجهزة مثل طريقة البولى ديناموميتر، والميوتونومترية، ورسم العضلات الكهربائى.

أولا ـ اختبارات الانقباض العضلى :

يعتبر الانقباض العضلى إحدى الخصائص العضلية المهمة . . ، نظرا لارتباطه بحالة كل من العضلة والجهاز العصبى معًا.

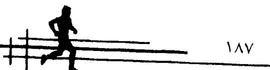
ويتم قياس الانقباض العضلى باستخدام قياسات قوة القبضة وعضلات الظهربالديناموميتر، وكذلك قياس الجلد العضلى الثابت لعضلات القبضة والبطن، وفيما يلى وصف تفصيلى لهذه الاختبارات.

١ ـ اختبار قوة القبضة بالديناموميتر :

يعتبر اختبار قوة القبضة باستخدام جهاز الديناموميتر Hand Grip Dyna-mometer من أكثر اختبارات القوة شيوعًا فى المجال الرياضى . . ، ويرجع الاهتمام بقوة القبضة إلى ما يلى:

قام جابو وجيس Gamboa and Geiss باستخدام اختبار قوة القبضة كإجراء علاجى وكعون لاكتشاف وتشخيص بعض الأمراض، وقد أظهر بحثهما أن استعادة الشفاء من المرض تكون مصحوبة بزيادة قوة القبضة.

كما أوضح بلاك مان وجاكسون وروجرز أن ديناموميتر القبضة يعكس بدقة حالة الجسم العامة، وهو اختبار يستحق الاعتبار والتقدير. وأيضًا دلت الدراسات التى أجرى فيها قياس لقوة القبضة كل ساعة على مدار اليوم (٢٤ ساعة) وقورنت بقياسات أخرى أجريت فى نفس الأوقات للتعرف على منحنى الكفاءة العقلية والعضوية خلال ساعات اليوم أن المنحنيين (منحنى قوة القبضة ومنحنى الكفاءة العقلية والبدنية) متطابقان تقريبًا.



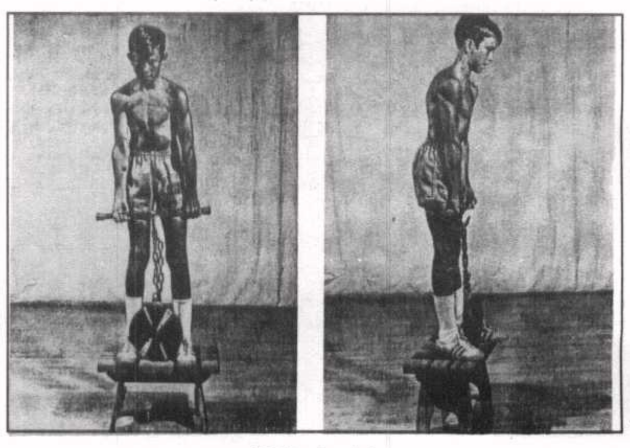
كما استخدم ولجووس Willgoose اختبار قوة القبضــة لقياس التغيرات التى تطرأ على المدخنين . . ويقول بوكولتر Bookwalter : إن اختبار قوة القبضة يعتبر واحدًا من أصــدق اختبــارات القوة العضلــية للإنسان، ويذكــر كازنز Causins أن اختبــار قوة القبضة ذو ثقــة عالية، وأن أداء الاختبار بــسابق تدريب عليه أو بدون سابق تدريب لا يؤثر على نتيجته. هذا وقد أثبتت إيفرل وسلس Everell & Sills أن قوة القبضة تتأثر بالوزن وكبر حجم اليد والطول والنمط العضلى.

ويرى الخبراء أن الشخص ذا القبضة القوية يمكن أن يحقق مستوى عاليًا فى القوة وبذل الجهد لمدة طويلة.

فى هذا الاختبار يســتخدم جهاز ديناموميــتر القبضة، بحيث يمــسك المختبر بالجهاز فى راحــة اليد، ثم يقوم بعصــره بأقصى قوة يستطيعــها انظر (الشكل رقم ٢٣)، يمنح المختبر محاولتين يسجل له أفضلهما.

٢ - اختبار قوة عضلات الظهر بالديناموميتر :

يستخــدم فى هذا الاختبار جــهاز ديناموميــتر الظهر Back Dynamometer (انظر الشكل رقم ٢٩) وفى هذا الاختبار. يقف المختبــر على قاعدة الجهاز بحيث يكون الديناموميــتر بين قدميــه، يعدل من طول سلسلة الديناموميــتر بحيث تكون قبضة يد السلسلة عند مستوى مفصل الركبة مع مراعاة أن الذراعين ومفصل الركبة على كامل امتدادهما مع ثنى مفصل الحوض كما هو موضح بالشكل. يقوم المختبر بالشد لأعلــى باستخــدام عضلات الظــهر دون الرجوع أو الميل بالجــسم للخلف. يمنح المختبر محاولتين يسجل له أفضلهما.



شكل رقم (٢٩)
اختبار قوة عضلات الظهر باستخدام جهاز الديناموميتر
عن : (Jensen and Hirst, 1980)

٣ ـ اختبار الجلد العضلى الثابت للقبضة بالمانوميتر المائى :

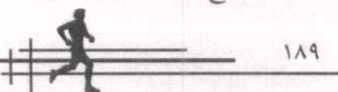
يستخدم فى هذا الاختبار جهاز المانوميتر المائى Water Manometer، حيث تحدد القوة العظمى للمختبر أولا، وذلك بالضغط على منفاخ الجهاز ليرتفع عمود الماء لأعلى ما يمكن. يحدد للمختبر مستوى ٧٥٪ من قوته العظمى ويطلب منه الضغط على المنفاخ إلى هذا المستوى والثبات عنده لأطول فترة زمنية ممكنة. يحسب للمختبر زمن الثبات عند مستوى الـ ٧٥٪ من قوته العظمى (دون هبوط عن معدل الـ ٧٥٪ حيث يتوقف حساب الزمن فور هبوط الماء داخل العمود عن معدل الـ ٧٥٪ المحدد) وذلك باستخدام ساعة إيقاف. ويسجل له الزمن بالثانية.

وفيما يلى المستويات التى وضعت لهذا الاختبار :

- جيد : أكثر من ٤٥ ثانية للذكور، وأكثر من ٣٠ ثانية للإناث.
- مقبول : من ٣٠ ـ ٤٥ ثانية للذكور.
  ومن ٢٠ ـ ٣٠ ثانية للإناث.
- ضعيف : أقل من ٣٠ ثانية للذكور، وأقل من ٢٠ ثانية للإناث.

٤ ـ اختبار الجلد العضلى الثابت لعضلات البطن :

من وضع الارتكاز باليدين على جهاز المتوازى يرفع المختبر الرجلين معًا



لعمل زاوية قائمة بين الرجلين والجذع . . ، ثم الثبات فى هذا الوضع لأطول فترة زمنية ممكنة . يحسب الزمن باستخدام ساعة إيقاف بالثانية .

هذا ولقد وضعت المستويات التالية لهذا الاختبار :

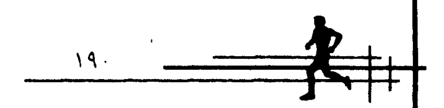
- جيـــد : للذكور : أكثر من ١٥ ثانية .
  للإناث : أكثر من ١٠ ثوانى .
- مقبول : للذكور : من ١٠ ـ ١٥ ثانية .
  للإناث : من ٥ ـ ١٠ ثوانى .
- ضعيف : للذكور : أقل من ١٠ ثانية .
  للإناث : أقل من ٥ ثوانى .

ثانيًا ـ اختبار معدل التردد الحركى :

يستخدم فى هذا الاختبار مستطيل مرسوم على ورقة بيضاء مساحته ٦ × ١٠ سم . حيث يخصص للاختبار أربعة مستطيلات كلها بهذه المساحات . . وقلم رصاص . وعلى المختبر أن يقوم بالتنقيط داخل المستطيل إلى أكبر عدد ممكن من النقاط فى عشر ثوانى . ثم ينتقل للمستطيل الثانى ، ثم الثالث ، ثم الرابع . . ، حيث لكل مستطيل زمن قدره عشر ثوانى فقط . . ، أى أن الزمن الكلى للاختبار ٤٠ ثانية متواصلة .

يجلس المختبر على مقعد ممسكًا بالقلم الرصاص فى يده بحيث توضع اللوحة المرسوم عليها المستطيلات على منضدة أمامه . عند سماع إشارة البدء يقوم بالتنقيط فى المستطيل الأول لأقصى عدد من النقاط فى عشر ثوانى ، عند سماع إشارة انتهاء الثوانى العشر الأولى ينتقل للتنقيط فى المستطيل الثانى لأقصى عدد من النقاط فى عشر ثوانى ، وهكذا حتى ينتهى تنقيط المستطيل الرابع (نهاية الأربعين ثانية) .

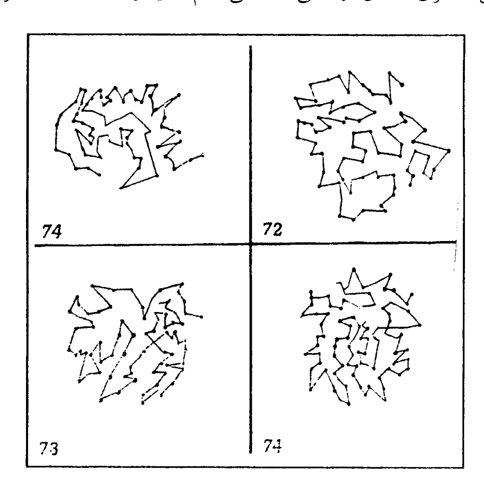
لسهولة الأداء ينصح المختبر بالتركيز على مساحة المستطيل ، وأن يراعى الانتقال المباشر من مستطيل إلى آخر فور سماع إشارة انتهاء الثوانى العشر



المخصصة للمستطيل الذى يعمل فيه بحيث لاينقطع عن الاستمرارية فى الأداء حتى نهاية الثوانى العشر المخصصة للمستطيل الرابع.

يقوم المحكم بحساب النقاط فى كل مستطيل بحيث يقوم بتوصيلها بالقلم الرصاص دون رفع القلم عن الورقة (انظر الشكل رقم ٣٠) ويسجل على كل مستطيل من المستطيلات الأربعة عدد النقاط التى نجح المختبر فى تسجيلها.

يبلغ المستوى العادى بالنسبة للرياضيين فى أول عشر ثوانى (المستطيل الأول) حوالى ٧٠ نقطة ..، وهذا يشير إلى أن حالة المجال الحركى للجهاز العصبى العضلى جيدة. ويشير انخفاض عدد النقاط بعد ذلك فى المستطيلات التالية إلى عدم كفاية الثبات الوظيفى. بينما يشير تدرج زيادة عدد النقاط فى المستطيلات الأربع إلى المستوى العادى أو أعلى منه على عدم كفاية وظائف المجال الحركى.



شكل رقم (٣٠)
تسجيل عدد النقاط لتحديد أقصى معدل حركى للطرف العلوى
(الأرقام تشير إلى عدد النقاط)

هذا، وتختلف نتائج هذا الاختبار لدى الرياضيين تبعًا لتخصصاتهم الرياضية، حيث تزيد سرعة التردد الحركى لدى لاعبى السرعة Speed، بينما تقل لدى لاعبى التحمل Endurance .

ثالثًا ــ دراسة الجهاز العصبى العضلى باستخدام الأجهزة :

تستخدم عدة طرق لدراسة حالة الجهاز العصبى العضلى للحصول على بيانات أكثر قيمة، ومن بين هذه الطرق طريقة البولى ديناموميترية، والمانوميترية، التندومترية، وطريقة رسم العضلات الكهربائى «الإلكتروميوجراف» . . وفيما يلى توضيحًا لبعض هذه الطرق :

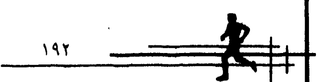
١ ــ الطريقة البولى ديناموميترية :

من المعروف والشائع أن استخدام الديناموميتر لقياس الانقباض العضلى يُعد من الطرق الأساسية، إلا أن استخدام الطريقة الدينامومترية فى قياس قوة القبضة Hand Strength وقوة عضلات الظهر Back Strength لايكفى لإعطاء تصور متكامل لقوة جميع المجموعات العضلية للجسم، قد يكون لها دلالات مهمة حتى على مستوى القوة العامة للجسم، ولكن هذا لايغنى عن أهمية وجود وسيلة لقياس المجموعات العضلية الأخرى. لذلك فإن الطريقة البولى ديناموميترية التى نتحدث عنها هنا تعتبر استكمالا للطريقة الديناموميترية.

تتميز الطريقة البولى ديناموميترية بإمكانية قياس الانقباض العضلى لجميع المجموعات العضلية بالجسم، حيث توفر هذه الطريقة إمكانية تثبيت أعضاء الجسم أثناء الاختبار عن طريق اتخاذ أوضاع معينة بالجسم على منضدة خاصة (أطلق عليها البعض سرير القوة) تسمح باستخدام أحزمة للتثبيت (انظر شكل رقم ٣١).

الشكل رقم (٣٢) يوضح أسلوب قياس القوة عند ثنى الفخذ، والشكل رقم (٣٣) يوضح أسلوب استخدام قياس القوة عند ثنى الظهر، وذلك وفقًا للطريقة التى ابتكرها كارويكوف.

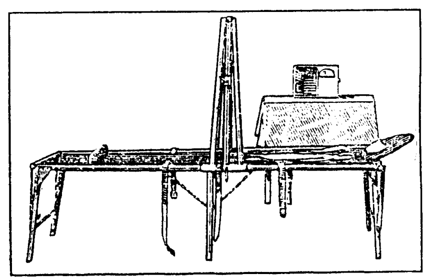
ومن أشهر هذه النوعية من الاختبارات اختبار كلارك وسكوف Clarke & Schopf المسمى Cable - Tensior Strength Test Battery فى قياس القوة



العضلية، حيث استخـدم جهاز التنسوميتر Tensiometer بواسطة عشرين اخـتبارًا مقننًا أعطت معظمهـا معاملات علمية عالية. وفى هذا الاختـبار يتم وضع المختبر فى زاوية مناسبة تسمح باستخدام أقصى قوة للمجموعة العضلية التى يتم قياسها. وتضبط الزوايا عن طريق منقلة Gonometer.

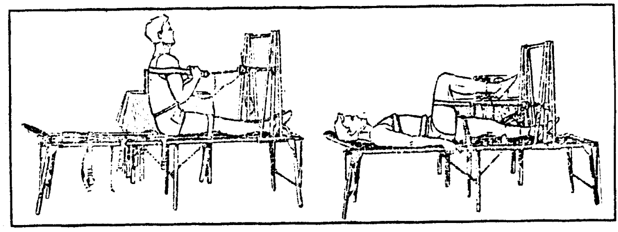
وللجهاز استـخدامات متعددة بالإضـافة لقياس القوة العضليـة، فهو صالح لقياس الجهـد المبذول وتقويم التعب العضلى باستخـدام مؤشر تناقص القوة Stre-ngth Decrement Index عن طريق حساب تناقص القـوة لمجموعة عضليـة معينة نتيجة للمجهود البدنى المبذول باستخدام المعادلة التالية :

$$\text{دليل تناقص القوة العضلية} = \frac{\text{قوة اللاعب قبل التدريب}}{\text{قوة اللاعب بعد التدريب}} \times ١٠٠$$



شكل رقم (٣١)

ترتيبات قياسات البولى ديناموميتر

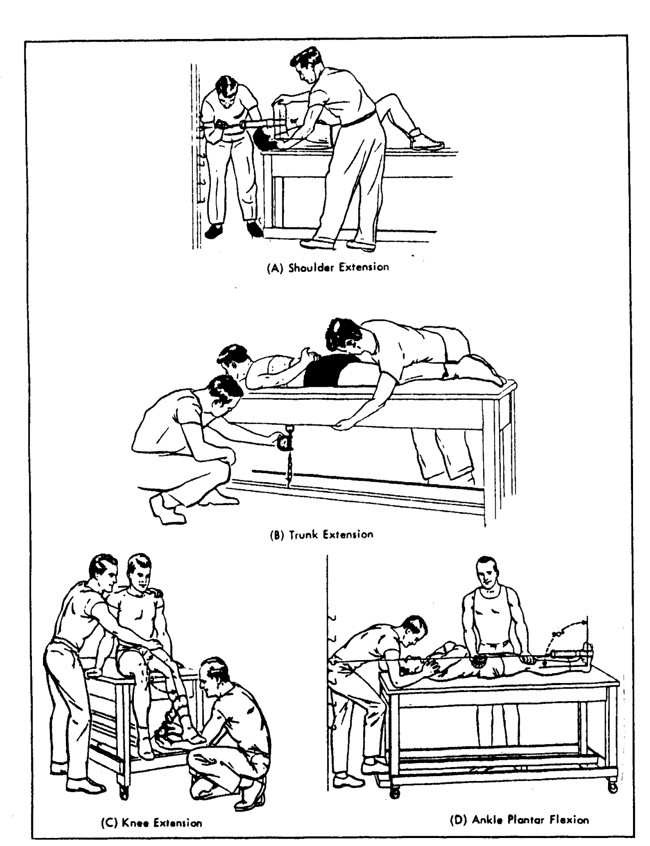


شكل رقم (٣٢)

قياس القوة عند ثنى الفخذ

شكل رقم (٣٣)

قياس القوة عند ثنى الظهر



شكل رقم (٣٤)

استخدامات مختلفة لجهاز التنسوميتر

عن : (Clarke, 1967)

وعند استخدام الجهاز لقياس القوة العضلية وضع كلارك وسكوف شروطًا معينة من حيث وضع البدء Starting Position وطرق الربط Attachment والاحتياطات Precautions (*).

إذ يجب مراعاة ما جاء فى هذه الشروط بكل دقة للحصول على قياسات موضوعية. والشكل رقم (٣٤) يوضح أربعة استخدامات للجهاز :

١ - قياس قوة بسط المنكب Shoulder Extension، حيث وضع الساعد فى وضع عمودى (٩٠ درجة) مع الجسم.

٢ - قياس قوة بسط العمود الفقرى (الثنى الخلفى) Trunk Extension حيث ينبطح المختبر على الجهاز مباشرة.

٣ - قياس قوة بسط الركبة Knee Extension، حيث حددت الزاوية بين الساق والفخذ بـ ١١٥ درجة.

٤ - قياس قوة قبض مفصل القدم لأسفل، حيث حددت الزاوية بين الساق ومشط القدم بمقدار (٩٠ درجة).

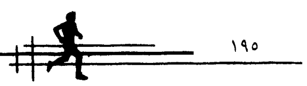
٢ - الطريقة المايوتونوميترية :

تستخدم الطريقة المايوتونوميترية Myotonometria لقياس درجة التوتر العضلى، وقد ابتكرها العالم المجرى سيرماى، ويتميز جهاز المايوتونومتر بقدرته على قياس درجة المقاومة المطاطة للعضلة فى شكل وحدات قياسية نسبية تظهر على الجهاز عند الضغط به على سطح العضلة. وبهذا يمكن قياس التوتر العضلى «درجة الصلابة» عند أقصى حالات الانقباض العضلى وكذلك فى حالة الارتخاء العضلى.

وتقوم فكرة المايوتونوميترية على أن أى ضغط يقع على أى مسطح من الجسم باستخدام أداة من المطاط أو أى جسم آخر مرن تؤدى إلى وجود مقاومة أو درجة انضغاط بحيث تتناسب هذه الدرجة طرديًا مع درجة صلابة هذا السطح.

(*) للاستزادة راجع :

Clarke. H. H., (1967) : Application of Measurement to Health and Physical Education, 4 th. ed., Prentic-Hall, INC. Englewood Cliffs, New Jersey, p. 171.



على هذا الأساس تقوم فكرة جهاز المايوتونوميترية . . ، حيث إنه عند القياس يوضع الجهاز فوق أكثر أجزاء العضلة توترًا ويكون عموديًا عليها، وعند ذلك تحدد النغمة العضلية عند الارتخاء الكامل وعند أقصى توتر عضلى فى شكل وحدات قياس تسمى «مايوتون». وتدل زيادة صلابة العضلة أثناء الانقباض وزيادة درجة الارتخاء على تحسن الحالة الوظيفية للجهاز العصبى العضلى. كما يدل ارتفاع درجة توتر العضلة أثناء الارتخاء وانخفاض درجة توترها أثناء الانقباض على سوء حالة الجهاز العصبى العضلى.

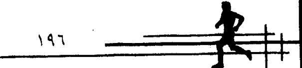
وتستخدم الطريقة المايوتونوميترية أساسًا للملاحظات التتبعية للرياضيين، حيث يعتبر الفرق المشاهد بين مقادير النغمة العضلية فى حالة الارتخاء والانقباض أحد المؤشرات المهمة التى تزيد مع تقدم وتحسن الحالة التدريبية وتقل فى حالة حدوث التعب.

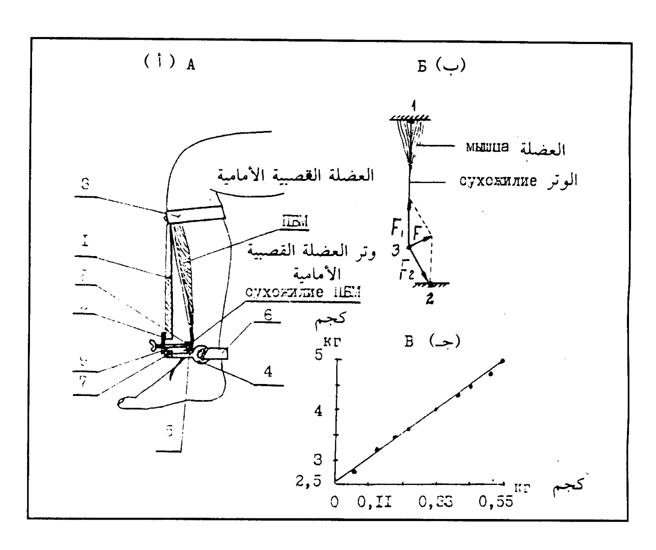
وكلما كانت الحالة التدريبية أفضل قلت النغمة العضلية فى الراحة وزادت فى حالة الانقباض العضلى. وانخفاضها فى حالة التوتر يدل على ظهور التعب العضلى. . ، ويظهر ذلك واضحًا بعد أداء الأحمال البدنية الكبيرة.

٣ ـ الطريقة التندوميترية :

تختلف الطريقة التندوميترية عن غيرها من الطرق الأخرى لقياس قوة الانقباض العضلى بإمكانية قياس قوة انقباض العضلة الواحدة عن طريق درجات الشد التى تقع على وتر هذه العضلة.

قدم هذه الطريقة لأول مرة العالم «كوتس» ومساعدوه عام ١٩٧٦م، حيث تتأسس فكرة هذه الطريقة على القانون الفيزيائى الذى يشير إلى أن مبدأ انتشار القوة يكون تبعًا لمبدأ متوازى الأضلاع، حيث إن تلامس الجسم الموصل للقوة الناتجة من الوتر يشكل زاوية معينة، وعند انقباض العضلة تظهر القوة (F_1) التى تأخذ اتجاهًا على طول العضلة من المنشأ إلى الاندغام، وعلى العكس منها القوة (F_2) والتى تساويها. وعند ذلك تنعكس هذه القوة على القوة (F) عند تلامس الجزء المتصل بوتر العضلة لتسجيل أى درجات شد تحدث له وتتناسب مع مقدار القوة (F_1) والقوة الأخرى (F_2). (شكل رقم ٣٥).





شكل رقم (٣٥)

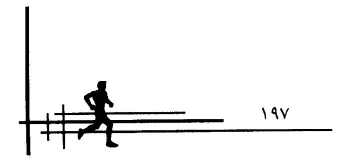
طريقة قياس القوة العضلية عن طريق وتر العضلة القصبية الأمامية

عن : (أبو العلا أحمد عبد الفتاح، ١٩٧٩م)

(أ) شكل تثبيت جهاز تلقى مقاومة وتر العضلة القصبية الأمامية على الساق.

(ب) مبدأ عمل مجس الوتر لنقل القوة.

(جـ) شكل بيانى يوضح العلاقة الخطية بين القوة العضلية (رأسى) وبيانات مجس التندومترى (أفقى).



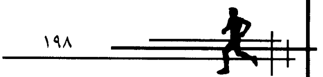
استخـدم الباحثون هذه الطريقـة بكثرة فى الاتحاد السوفيـتى منهم أبو العلا أحمد عبد الفتاح عام ١٩٧٩م فى رسالته للحصول على درجة الدكتوراه حيث نجح بهذا الأسلوب فى قـياس قوة العضلة القـصبية الأمامـية. انظر الشكل رقم (٣٥) الذى يوضح أسلوب استخدام هذه الطريقة.

٤ ـ طريقة رسم العضلات الكهربائى (EMG) :

تعتـبر طريقة رسم العضــلات الكهربائى Electromyography (EMG) من الطرق المهمة لدراسة خـصائص نشاط الجهاز العصبى العضلى. حـيث يعتمد هذا الأسلوب أساسًا على تسجيل النشاط الكهربائى للعضلات فى حالة انقباضها . . ، وهى فى هذا تشبه الطرق الأخرى لتسجـيل الجهد الحيوى الكهربائى Biopotintial كرسم المخ الكهربائى EEC ورسم القلب الكهربائى ECG . . . ، حيث تتفق مع هذه الطرق من حيث الصفـات العامة والأسس الفسـيولوچية التى تعتمـد عليها. ولكنهـا تختلف بعض الشىء تبـعًا لاخـتلاف خصـائص جهـاز تسجيـل النشاط الكهربائى للعضلات وأسلوب تسجيل الذبذبات الكهربائية وظروف استجاباتها.

تعتمد طريقـة رسم العضلات الكهربائى على تسجيل الـعلاقة بين عمل كل من الجهاز العـصبى والجهاز العضلى من خـلال تسجيل التغيـرات الكهربائية التى تحدث بالعـضلات أثناء الانقباض العـضلى، فمن المعروف أن الانقبـاض العضلى يحدث نتيجة لاستثارة من الجهاز العصبى إلى الجهاز العضلى عن طريق الأعصاب الحركيـة، مما يؤدى إلى حدوث تغيـر مفاجئ فى الحالة الكهـربائية للعضلة نتـيجة خاصـية النفـاذية للخلية العضلـية بما يسمح بحـدوث تغير فـى حالة فرق الجـهد الكهربائى أثـناء الفعل Action Potintial فتتـغير طبيعة الشـحنة خارج الخلية إلى الحالة السلبية وتكون حالة الخلية الداخلية موجبة.

ويتمـثل هذا التغير فى شكل مـقدار الاستـقطاب الذى يظهر فى شكل خط يتجـه لأعلى بمقدار درجـة التغيـر الكهربائى. ثم يعود هـذا الخط فى الرجوع إلى المستوى العادى عندمـا تعود حالة الخلية العضلية إلى حالتـها العادية. وبذلك فإن رسم هذه الاستثـارة يعطى فكرة عن عاملين هامين: أحـدهما ـ قوة هذه الاستثارة كما يعبر عنهـا بالميكروفولت، والآخر ـ زمن هذه الاستثارة كما يـعبر عنها بأجزاء من الألف من الثانية.



ويتم تسجيـل هذه الذبذبات على شرائط خاصة من ورق التـصوير أو أفلام التصوير أو حبـر خاص للتسجيل، ويظهر على شـريط التسجيل تقسيـمات رأسية تمثل عامل الزمن، وتقسيمات أفقية تمثل مقدار فروق الجهد الكهربائى، كما يمكن بالإضافة لذلك استخدام تسجيل صوتى للعمل العضلى.

ونظرًا لأهميـة استخدامات هذه الطريـقة فى مجال الرياضة، بـالإضافة إلى افتـقار كل من المكتـبة العـربية بشكل عـام والمكتبة الريـاضية بصـفة خـاصة إلى معلومات مستوفاة عن هذه الطريقة سوف نلقى مزيدا من الضوء عليها حتى يتمكن الباحثون من استخدامها فى البحوث والدراسات المختلفة.

نشأت الأسس النظرية لطريقـة رسم العضلات الكهـربائى منذ دراسات كل من جلفـانى Galvani عـام ١٧٩١م، وماتيـوشى Matteucci عـــام ١٨٤٤م عن الكهـرباء الحيـوية. إلا أن تسجـيل فرق الجـهد الكهـربائى العضلى ذى الفـولت المنخفض أصبح ممكنًا فقط بعد ظهور الجلفانوميتر الوترى.

وقد أجـريت أول دراسة باستـخدام طريقة رسم الـعضلات الكهـربائى عام ١٩٠٧م حيث قـام بها بيـبر Piper. وفى عـام ١٩٢٥م اكـتـشف كل من ليـدل وشيرنجتون Liddel & Sherrington الوحدات الحركية.

وقـد ارتبط تطور المعلومـات عن الوحدات الحـركـية بتـقـدم نظريات رسم العضلات الكهربائى، وأمكن بفضل هذه الطريقة دراسة ميكانيكية عمل الأعصاب الحركية ومـكوناتها وخصائصها، وكـذلك تركيب وخصائص الاتصالات العـصبية العضلية والمكونات الخاصة بالاستثارة والانقباض فى الليفة العضلية.

هذا وقـد سـاهمت طريقـة رسم العـضـلات الكهـربائـية فـى تطوير علم فسيولوچيا الحركة فى اتجاهين أساسيين هما :

- فسيولوچيا الأعصاب والعضلات معًا كاتجاه لتحليل الظواهر الكهربائية.
- فسـيولوچيا الأداء الحركى والذى يـعتبر أكـثر اتجاهًا إلى الميكانيكا الحـيوية وفسيولوچيا العمل والحركات الرياضية.

كما سـاهمت طريقة رسم العضلات الكـهربائية فى إيجاد كثـير من الحلول للمشكلات الأولية الخـاصة بالتحكم الحركى من الناحية العـصبية وأوضاع الجسم المختلفة، واختفت حاليًا مشكلة صعـوبة دراسة الكائن الحى المتحرك وصعوبة تنفيذ التجارب الفسيولوجية العصبية على الإنسان.

ويعتــبر اكــتشاف الخــاصية الانعكــاسية للمــيكانيكيات العــصبيــة فى تنظيم الحركات الإرادية من الاكتشافات الأساسية الكبيرة فى علم الفسيولوچى . . ، هذا بالرغم من عدم اكــتشاف طبــيعتهــا . ومازال الشكل النهائى للعــمليات التنظيمــية العصــبيــة هو تنشيط الخلايا العــصبــية الحركــية والذى يؤدى بالتــالى إلى حدوث الانقباض العــضلى المصاحب بزيادة النشاط الكهربائى العضلى، والذى يعــتبر هو المادة الأساسية لدراسة رسم العضلات الكهربائى.

ولقد بــدأ استخــدام هذه الطريقة فى المجــال الرياضى فى مصــر عن طريق بعض الباحثــين الذين استعانوا بهــا فى دراساتهم للحصول على درجــة الدكتوراه منهم زينب العالم (١٩٦٧م) حيــث استخدمت هذه الطريقة لدراســة تأثير التدليك على النشاط الكهربــائى للعضلات، وجمال عــلاء (١٩٧٦م) فى التحليل الحركى لمتسابقى ألعاب القوى، وإسمــاعيل أبو زيد (١٩٧٩م) فى الكشف عن طبيعة عمل المجموعــات العضلية لتطوير الأداء الفنى للجــمباز على العقلة، وأبو العــلا أحمد عبد الفتاح (١٩٧٩م) فى دراسة التعب العضلى، ونادية غريب (١٩٨٦م) للتعرف على تأثير تنمية التوازن الثابت على النشاط الكهربائى لعضلات الطرف السفلى.

تختلف الأجهــزة المستخدمة لتســجيل رسم العضلات الكهربائى تبــعًا لعدد القنوات مــا بين ٢، ٣، ٤ قنوات وأكثــر من ذلك، حيث إن زيادة عــدد القنوات تعنى إمكانية تسجيل النشاط الكهربائى لعدة عضلات بحسب عدد هذه القنوات فى نفس الوقت وعند أداء نفس الحركة.

كما أن هناك أجــهزة لا تتطلب وجود سلك موصل بين المفحــوص والجهاز وتعتــمد على التــسجــيل عن بعد . . ، وبهــذا يمكن تسجــيل النشاط الكهــربائى للعضلات أثناء الحركات الرياضية الطبيعية.

يتم نقل الذبذبات الكهربائية لفروق الجهد للعضلة من خلال أقطاب مستقبلة توضع مباشــرة فوق العضلة وتسمى الإلكتــرودات السطحية Surfuce Electrodes انظر الشكل رقم (٤٢)، أو يمكن إدخالهــا إلى داخل العضلة وتسمى الإلكتـــرودات الإبرية Needeel Electrodes. وتخــتلف أنواع اســتــخــدام هذه

الإلكترودات تبعًا للهدف من الدراسة، وهذه الإلكترودات تتصل بالجهاز عن طريق سلك أو بدون سلك «تلليمترى».

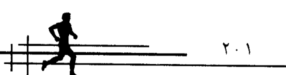
وبالإضافة إلى الإلكترودات المستقبلة يوجد إلكترود أرضى Ground Electrode يقوم بتفريغ أى تشويش كهربائى قد يتدخل مع التسجيل.

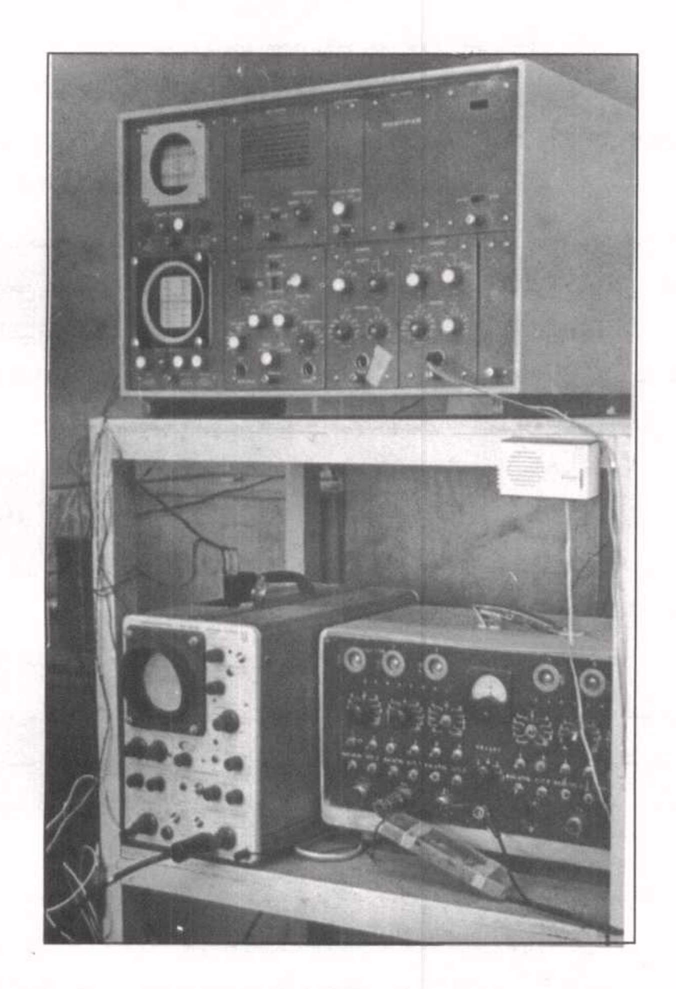
توضع الإلكترودات المستقبلة والتى تتكون من قرصين صغيرين من المعدن (غالبًا من الفضة) على العضلة، ولكون تغيرات فروق الجهد الكهربائى الصادرة من الانقباض العضلى تعتبر صغيرة جدًا فإن الجهاز يقوم بتكبيرها بواسطة مكبر Amplifier، وبعد ذلك قد يتم تخزين التغيرات الكهربائية على شريط ممغنط Magnetic Tape وتظهر على شاشة خاصة Oscilloscope أو تسجل على ورق تصوير حساس [انظر الأشكال رقم ٣٦، ٣٧ (قناة واحدة)، ٣٨ (ست قنوات)].

يتم تحليل النشاط الكهربائى العضلى عن طريق تحليل ودراسة رسم العضلات المسجل على شريط التسجيل فى شكل ذبذبات، وتستخدم طرق مختلفة لتحليل هذه الذبذبات.

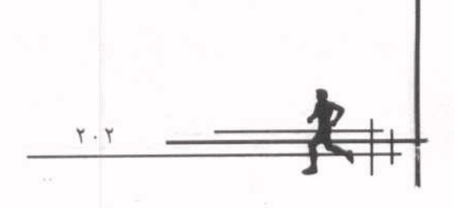
ويمكن فى هذه الحالة مجرد مقارنة رسم العضلات الكهربائى الطبيعى بما أمكن تسجيله. إلا أن بعض الواجبات الدراسية تتطلب مدخلا كميا أكثر تفصيلا لإمكانية التعامل مع البيانات الإحصائية. وفى هذه الحالة يمكن استخدام التحليل الكمى، ويمكن استخدام أجهزة حسابية خاصة لإجراء التحليل الكمى، كما يمكن أيضًا استخدام الوسائل البصرية . . ، وفى هذه الحالة يجب أن تكون سرعة سريان الشريط مناسبة حتى يمكن متابعة رسم العضلات الكهربائى بالعين المجردة. لذا يقترح أن لا تقل سرعة سريان شريط التسجيل عن ١٥٠ ـ ٢٠٠ ملّيمتر فى الثانية انظر (الشكل رقم ٣٩).

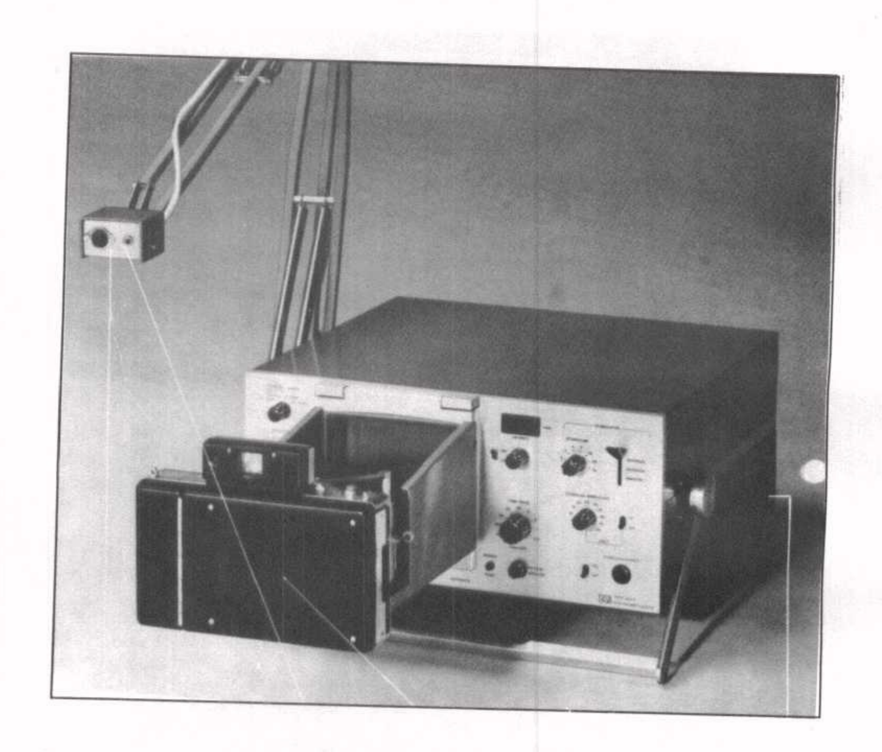
ولتفسير رسم العضلات الكهربائى فإن المعلومات الناتجة لا تعطى أى دلالة إلا بعد تفسيرها وفهم مصادرها . . ، ويتطلب ذلك خلفية علمية فسيولوجية لطبيعة الظاهرة الكهربائية الحيوية، ووظائف الجهاز العصبى والعضلى وعمل



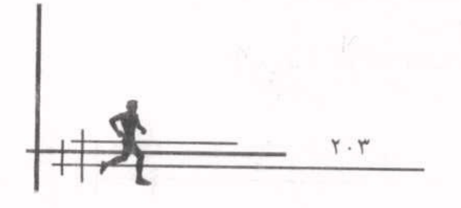


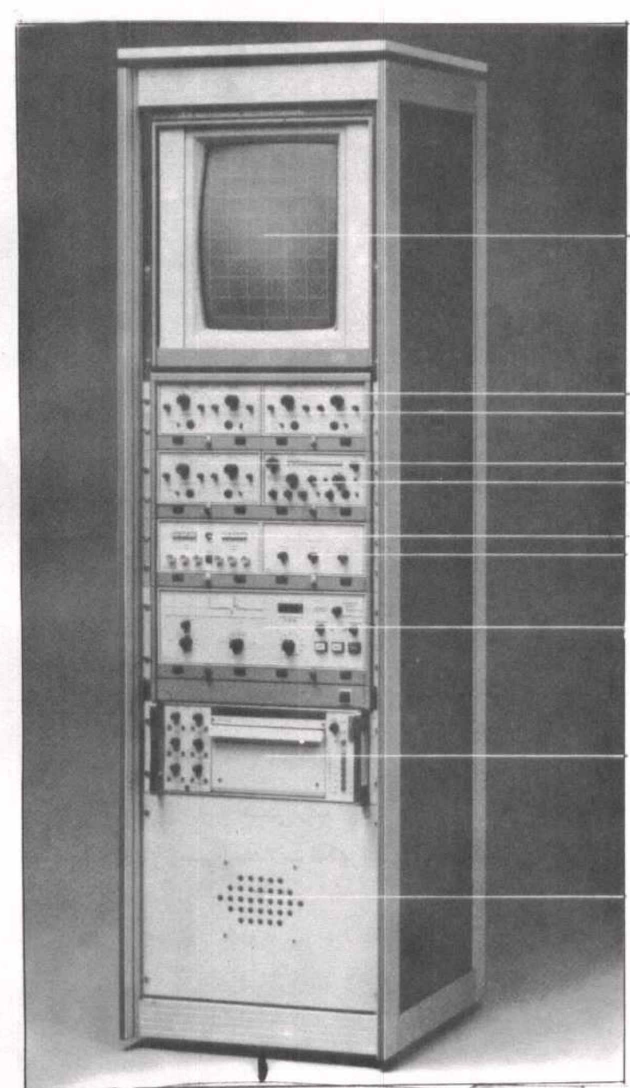
شكل رقم (٣٦)
جهاز رسم العضلات الكهربائى





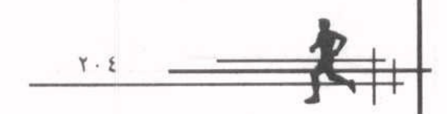
شكل رقم (٣٧)
جهاز رسم العضلات الكهربائى (قناة واحدة)

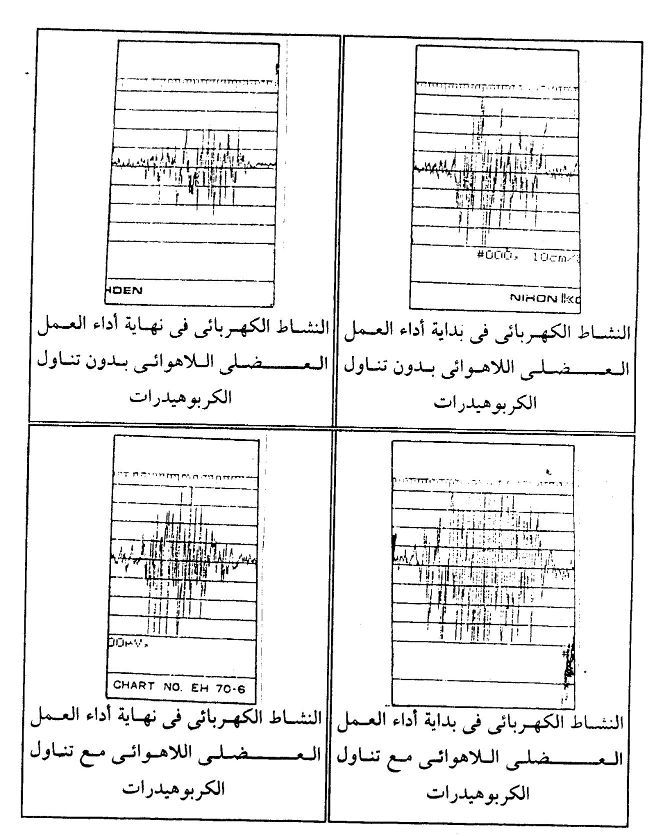




شكل رقم (٣٨)

جهاز رسم العضلات الكهربائى (٦ قنوات)

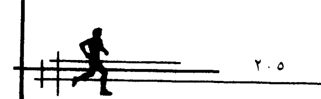




شكل رقم (٣٩)

رسم العضلات الكهربائى

عن : (عزة الشورى، ١٩٨٩م).



الوحدات الحركية وغيرها. وبناء على ذلك يمكن تفسير نتائج رسم العضلات الكهربائى.

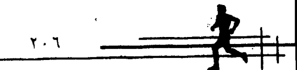
وفى هذا المجال يمكن دراسة سعة الاستجابة «الذبذبة» ومعدل ترددها، وبطبيعة الحال لا تعتبر رسوم العضلات الكهربائية ذات قيمة إلا إذا تم تفسيرها.

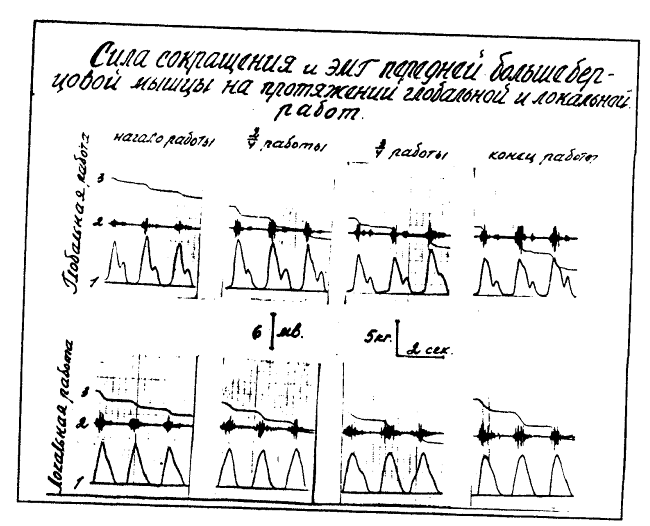
وعادة فإن رسم العضلات الكهربائى يعتبر فى حد ذاته نتيجة لتطابق نشاط جهازين أساسيين، أحدهما المصدر البيولوجى لذبذبات فروق الجهد الكهربائى وهو فى هذه الحالة العضلة، والآخر هو الأجهزة المستخدمة لتسجيل النشاط الكهربائى. وبينما يرتبط الجزء الأول بالعضلة والظاهرة الكهربائية وغيرها، فإن الجانب الآخر يرتبط بنوعية تسجيل النشاط الكهربائى مثل نوع الإلكترود (فردى أو زوجى - سطحى أو داخلى) وكذلك نظام تكبير الذبذبات وغيرها.

وقد وضع بعض العلماء التفسيرات التالية للنشاط الكهربائى العضلى . . ، يذكر منهم العالم «بيرسون» فى هذا الشأن :

إن السبب الفسيولوجى لزيادة النشاط الكهربائى عند زيادة قوة الانقباض العضلى هو زيادة عدد الوحدات الحركية المشتركة فى هذا الانقباض، وكذلك زيادة تزامنها فى العمل أثناء الانقباض، كما يمكن أيضًا أن يزيد النشاط الكهربائى فى حالة التعب العضلى أيضًا مع عدم زيادة القوة العضلية (Scherrer & Bourguigo-non, 1959) . . ، ولقد أكدت دراسة أبو العلا أحمد عبد الفتاح نفس المفهوم (١٩٧٩م). انظر الشكل رقم (٤٠) ، (٤١).

وتلاحظ أيضًا ظاهرة زيادة النشاط الكهربائى كنتيجة لتحسين عملية التزامن فى عمل الوحدات الحركية Synchronization، ويفسر البعض نقص النشاط الكهربائى كنتيجة للتدريب (عند استخدام نفس الحمل البدنى) بزيادة قوة الليفة العضلية الواحدة، وبذلك تزيد قوة العضلة بالرغم من استثارة عدد أقل من الوحدات الحركية (Sacalov et al., 1961) . . ، وقد لوحظت نفس هذه الظاهرة فى دراسة نادية غريب عن التوازن الثابت (١٩٨٦م) . . انظر الشكل رقم (٤٢).





شكل رقم (٤٠)

رسم العضلات الكهربائى

عن : (أبو العلا أحمد عبد الفتاح، ١٩٧٩م).

يوضح الشكل استخدام رسم العضلات الكهربائى فى دراسة التعب العضلى فى حالة العضلة عند توقيت الراحة، وفى حالة بعد التعب .. والأرقام توضح :

(1) قوة الانقباض العضلى بناء على تسجيلها بالطريقة التندوميترية.

(2) رسم العضلات الكهربائى.

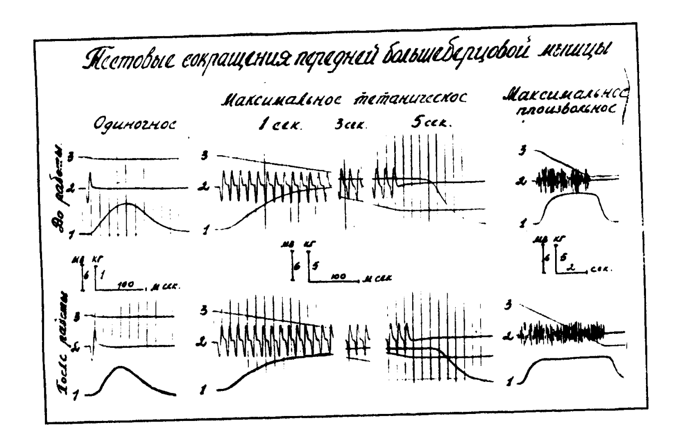
(3) تكامل رسم العضلات الكهربائى.

والشكل الأعلى يوضح الجهاز العصبى العضلى فى حالة الراحة، بينما يوضح الشكل الأسفل حالة الجهاز العصبى العضلى بعد التعب.

الجزء الأول من اليسار يوضح الانقباض العضلى الواحد، والجزء الثانى يوضح الانقباض العضلى المستمر باستخدام التنبيه الكهربائى للعصب (أقصى انقباض إرادى).

الجزء الثالث يوضح أقصى انقباض إرادى للعضلة.

يلاحظ فى الشكل زيادة سرعة سريان الشريط فى حالة الانقباض اللاإرادى. وبذلك يمكن معالجة النشاط الكهربائى يدويًا. أما فى الانقباض الإرادى فقد تم تقليل سرعة سريان الشريط فظهرت الاستجابات الكهربائية للعضلة مجمعة بطريقة يصعب معاملتها يدويًا.



شكل رقم (٤١)

رسم العضلات الكهربائى

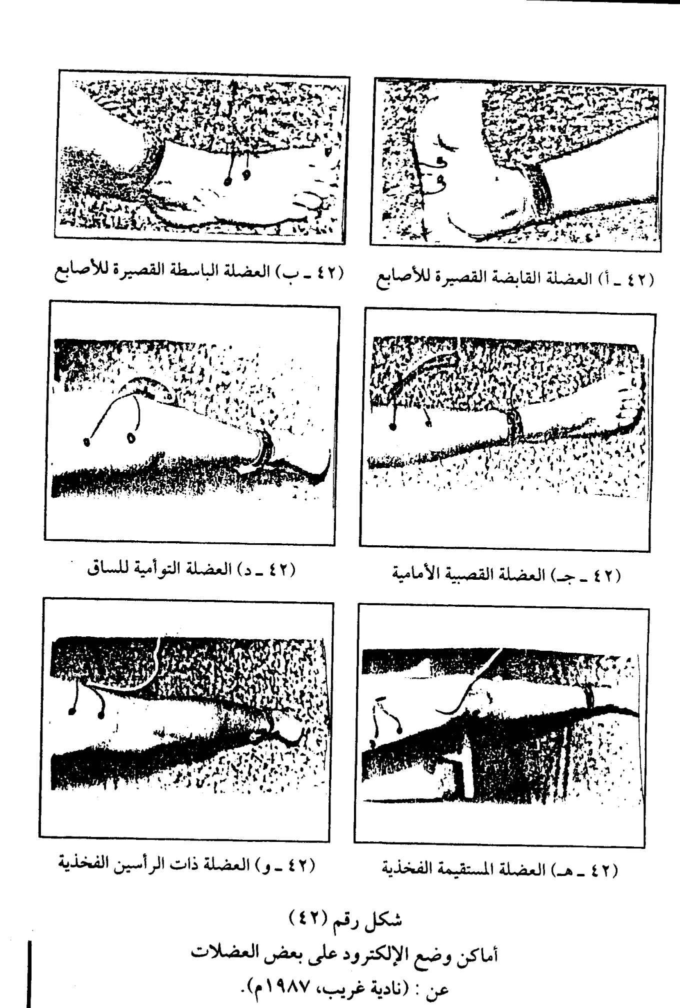
عن : (أبو العلا أحمد عبد الفتاح ١٩٧٩م).

يوضح الشكل الأعلى عمل العضلة القصبيـة الأمامية عند التعب فى حالة العمل العام. بينما يوضح الشكل الأسفل عمل العضلة عند التعب فى حالة العمل الموضعى.

الرقم (1) الميكانوجرام : تسجيل القوة العضلية أثناء العمل من خلال وتر العضلة.

الرقم (2) : تسجيل النشاط الكهربائى للعضلة.

الرقم (3) : تكامل النشاط الكهربائى للعضلة.



(٤٢ ـ أ) العضلة القابضة القصيرة للأصابع

(٤٢ ـ ب) العضلة الباسطة القصيرة للأصابع

(٤٢ ـ جـ) العضلة القصبية الأمامية

(٤٢ ـ د) العضلة التوأمية للساق

(٤٢ ـ هـ) العضلة المستقيمة الفخذية

(٤٢ ـ و) العضلة ذات الرأسين الفخذية

شكل رقم (٤٢)

أماكن وضع الإلكترود على بعض العضلات

عن : (نادية غريب، ١٩٨٧م).

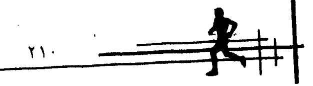
وكما هو معروف أن أهم أسباب توليد قـوة الانقباض العضلى هو تغير عدد الوحدات الحركـية النشطة، وعند زيادة التوتر العضلى يـتم تعبئة وحدات حـركية جديدة. وهذا يعتبـر أكثر تأثيراً من زيادة معدل الذبذبات للوحدات الحـركية حيث يصاحب ذلك زيادة فى سعات هذه الذبذبات.

هذا، ويمكن أن يقل مـعدل تردد الذبذبات المسجلة فـى حالة تصغـير رسم العضـلات الكهربائى؛ لأن ذلك يؤدى إلى اختفـاء الذبذبات الصغيـرة، وعادة ما يكون معدل التردد عند استخدام الإلكتـرود السطحى للعضلات الكبيرة ما بين ٤٠ - ٦٠ ذبذبة/ ثانيـة ...، ويبلغ زمن الذبذبة الواحـدة ٢٠ ملِّى ثانية. ويتـأثر بمدى المسافـة بين سطحي الإلكترودين، وفى هذه الحـالة يقل هذا الزمن عند استـخدام الإلكترود الداخلى. وعند زيادة قوة الانقباض العـضلى يتأثر معدل التردد بعاملين أحدهما زيادة عدد الإشارات، بمعنى زيادة عدد الخلايا العـصبية الحركية العاملة فى حالة الانقباض العضلى الضعيف فى العضلات الكبيرة.

ويؤدى التزامن للوحدات الحركية إلى تقليل مـعدل التردد، أما العامل الثانى فيـحدث فى حالة الانـقباض الأقـصى أو الأقل من الأقصى. حيث يـزيد التزامن وبالتالى ينخفض مـعدل التردد فى حالة التعب العضلى، وهكذا فـإن معدل التردد يرتبط بطبيعة الناحية الفسيولوجيـة من ناحية، ومن جهة أخرى بالظروف التجريبية بمعنى درجة التكبير المطلوبة عند التسجيل. وقد وضع لامب (Lamb, 1984) بعض التفسيرات لرسم العضلات الكهربائى أثناء التعب نلخصها فيما يلى :

(١) إذا كان النشاط الكهربائى عاليا والعضـلة تعطى أقصى انقباض لها فهذا يدل على أن العضلة أثيـرت بإشارات عصـبية قـوية أو متكررة، وهذا يوضح كفاءة كل من الجهازين العصبى والعضلى.

(٢) أما إذا انخفض النشاط الكهربائى (بعد مـا كان عاليًا) والعضلة تنقبض بنفس القـــوة، فهـذا يدل على تكيف الجهاز العصـبى حيث إنه يعطى الإشـارات العـصـــبية المطـلـوبة واللازمة لإثـارة العضلة وحـدوث الانقباض.



(٣) أما إذا كان النشاط الكهربائى من بداية العمل العضلى ينخفض تدريجيا والعضلة مازالت قوية، فهذا يدل على أن إشارات عصبية قليلة أو ضعيفة قد وصلت للعضلة لتنبهها للانقباض .. ، وعلى هذا يمكن الافتراض بأن الإجهاد قد يكون فى الجهاز العصبى أو فى الاتصال العضلى، وذلك لأن الإشارة العصبية لاتصل إلى العضلة.

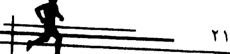
(٤) فى حالة عدم انخفاض النشاط الكهربائى مع انخفاض قوة العضلة، فهذا يدل على حدوث التعب بالعضلة ذاتها ... حيث إن كفاءة الجهاز العصبى مازالت عالية ويحاول أن يمد العضلة المجهدة بمزيد من الإشارات العصبية لإثارتها وتهيئتها للانقباض ولكن العضلة لا تستجيب.

(٥) إذا لم يتغير النشاط الكهربائى الكلى ولكن التغير حدث فى شكل النشاط الكهربائى - ربما تردد منخفض - فهذا يوضح أن الاتصال العصبى المركزى مستمر فى العمل ولكن إنتاج الجهاز المركزى قد تغير.

استخدامات طريقة رسم العضلات الكهربائى :

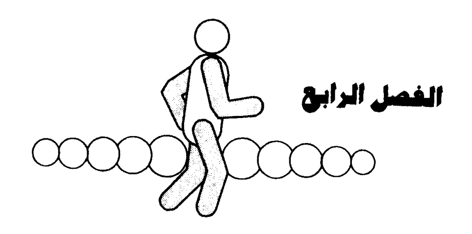
تستخدم طريقة رسم العضلات الكهربائى فى مجالات علمية وتطبيقية مختلفة، حيث لنتائجها فائدة كبيرة فى مجالات الطب والعلاج الطبيعى ودراسات الفضاء ودراسات العمل والمجال الرياضى.

تستخدم طريقة رسم العضلات الكهربائى فى المجال الرياضى من خلال تحديد سعة الاستجابة الكهربائية ومعدل ترددها، ومدى توافق عمل الألياف العضلية. كما يمكن عن طريق هذه الطريقة تحديد زمن فترة الكمون التى تسبق الانقباض العضلى، وكذلك أيضًا فترة الكمون التى تسبق الارتخاء العضلى ..، حيث يقاس زمن الكمون منذ وصول الإشارات العصبية إلى العضلة وحتى ظهور الذبذبات، بينما تحدد فترة الكمون للارتخاء العضلى بالفترة الزمنية منذ إعطاء إشارة الارتخاء من المختبر حتى ترتخى العضلة وتختفى الذبذبات.



وهذه القياسات تعتبر علامة مهمة للحالة الوظيفية للجهاز العصبى العضلى، فعند الإجهاد أو الإصابة أو المرض (أمراض الجهاز الحركى) تزيد فترة الكمون، وتستخدم هذه المؤشرات فى المجال الرياضى فى عدة اتجاهات لدراسة طرق الأداء المختلفة، أو عند أداء أوضاع الجسم المختلفة، وعند دراسة تأثير التدريب الرياضى على الأداء الفنى للمهارات الحركية.

. . . ، وهى فى هذا المجال تعتبر أكثر دقة وموضوعية مقارنة بالطرق التشريحية، كما أنها تستخدم أيضًا عند دراسة مشكلة التعب العضلى، وأداء الحركات الصعبة، وحركات التنفس. واستخدمت أيضًا لتحديد العضلات العاملة فى أنواع السباحة المختلفة تبعًا لاختلاف طريقة الأداء. ومن ضمن استخداماتها تقويم عملية تعلم المهارات الحركية حيث تساعد على اكتساب نظرة شاملة لعملية التغيير التى تصاحب التعلم الحركى.



الفصل الرابع

الطاقة اللاهوائية



الطاقة اللاهوائية

Anaerobic Energy

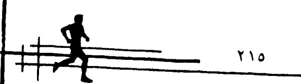
يحصل الجسم على الطاقة من خلال الغذاء الذى يتناوله، حيث يتحول هذا الغذاء إلى طاقة كيمائية تختزن فى الجسم، وتتحرر هذه الطاقة لاستخدامها فى الانقباض العضلى، ولكنها لاتستخدم فى هذا الشكل مباشرة إذ تستغل لتكوين مركب كيميائى هو ثلاثى أدينوزين الفوسفات Adenosin Tri Phosphate (ATP) . . ، هذا المركب الكيميائى يخزن فى جميع خلايا الجسم.

تقوم خلايا الجسم بوظائفها اعتمادًا على الطاقة الناتجة عن انشطار هذا المركب الكيمائى، ولكون هذا المركب يتكون من الإدينوزين بالإضافة إلى ثلاثة أجزاء أقل تركيبًا تسمى المجموعة الفوسفاتية، فإن انشطار المركب يؤدى إلى إنتاج الطاقة بالإضافة إلى ثنائى أدينوزين الفوسفات adinosin diphosphate، ونظرًا لأن كمية ATP تعتبر قليلة، فإن إعادة تكوين ATP تتم بصورة مستمرة أثناء العمل العضلى، وتعتمد عملية إعادة بناء ATP على ثلاثة أنظمة لإنتاج الطاقة هى :

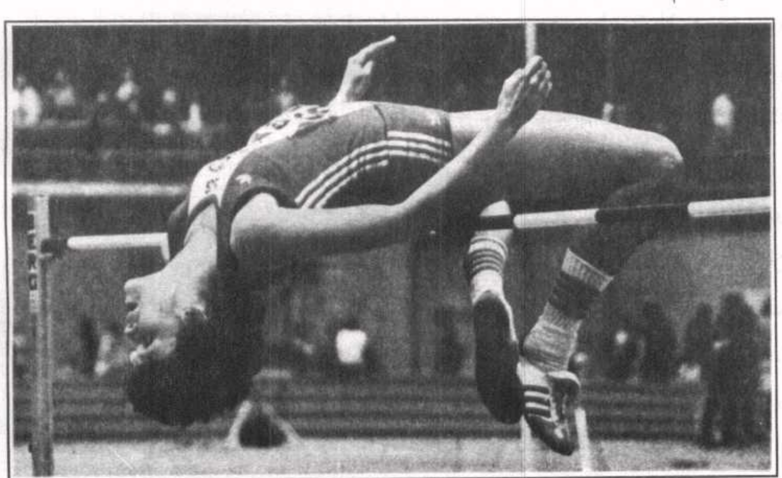
- النظام الفوسفاتى.
- نظام حمض اللكتيك.
- نظام الأكسچين.

وتختلف هذه الأنظمة الثلاثة تبعًا لاعتمادها على الأكسچين خلال عمليات إنتاج الطاقة. فالنظام الفوسفاتى ونظام حمض اللاكتيك لايعتمدان على الأكسچين، حيث تقوم العضلات بإنتاج الطاقة خلالهما بدون الأكسچين، لذلك يطلق عليهما الطاقة اللاهوائية، أما النظام الثالث فيعتمد على الأكسچين ويطلق عليه النظام الهوائى أو الطاقة الهوائية.

ولايستطيع النظام الهوائى تلبية سرعة احتياج العضلات إلى الطاقة عند أداء الأنشطة السريعة القوية، حيث يحتاج زيادة استهلاك الأكسچين إلى فترة من ٢ - ٣ دقائق.



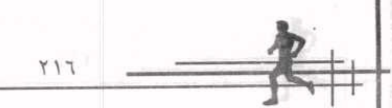
- ترتبط قدرة الرياضى وبخاصة فى أداء الأنشطة البدنية السريعة مثل الوثب، والعدو، ودفع الجلة، وقذف القرص، ورمى الرمح، والبدء السريع على قدرته على إنتاج طاقة سريعة، أى أداء أقصى عمل عضلى فى أقل زمن ممكن، (انظر الشكل رقم ٤٣).



شكل رقم (٤٣)
الوثب ...، يتطلب إنتاج الطاقة السريعة

وفى هذه الحالة فإن النظام الفوسفاتى لإنتاج الطاقة هو الذى يعمل فى هذه الأنشطة التى تتميز بالأداء السريع خلال فترة أقل من ٣٠ ثانية.

غير أن بعض الأنشطة الرياضية الأخرى قد تستمر لفترة زمنية أكثر من ذلك (أكثر من ٣٠ ثانية)، وتمتد لتصل إلى حوالى دقيقتين وبذلك تفوق حدود النظام الفوسفاتى، حيث تعتمد على نظام حمض اللاكتيك . . . ، إذ يتم إنتاج الطاقة عن طريق الجليكوچين الموجود بالعضلات والذى يتحول إلى حامض اللاكتيك خلال عمليات إنتاج الطاقة اللاهوائية، وبهذا يمكن ملاحظة أن عمليات إنتاج الطاقة اللاهوائية فى الجسم أثناء النشاط الرياضى يمكن أن تنقسم إلى جانبين هما :



١ ـ القدرة اللاهوائية Anaerobic Power :

حيث يتم إنتاج الطاقـة فى أقل زمن ممكن لأداء عمل عضلى قصيـر اعتمادًا على نظام الفوسـفات، وتعتبـر قياسات القدرة اللاهـوائية هى بمثابة قيـاسات الحد الأقصى لعمليات التمثيل الغذائى اللاهوائية لإنتاج الطاقة.

٢ ـ التحمل اللاهوائى Anaerobic Endurance :

ويمثل قـدرة العضلات على القيـام بانقباضـات عضلية بالحد الأقـصى لها خلال فترة زمنية اعـتبارًا من ١٠ ثوانى حتى دقيقتين، وهنا يكون الاعـتماد أساسًا على نظام حامض اللاكتيك لإنتاج الطاقة.

مما سبق يتضح أن إنتاج الطاقة اللاهوائية يمتـد ليصل إلى حوالى دقيقتين مما يعطى مدى متسعا للسعة الهوائية.

السعة اللاهوائية Anaerobic Capacity

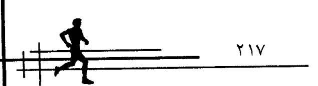
خلافًـا للتقسيم السـابق الخاص بالقدرة اللاهوائيـة والتحمل اللاهوائى فـقد قسم العلماء (Bouchard et al., 1991) السعة اللاهوائية إلى ثلاثة أقسام تبعًا لفترة دوامها (وضع التقسيم لأغراض القياس) هى :

١ ـ السعة اللاهوائية القصيرة Short-term Anaerobic :

تتضمن الأداء الرياضى الذى يستمر لفترة زمنية قصيرة حوالى عشر ثوانى أو أقل. واختبـارات هذا النوع من السعة اللاهوائية القـصيرة تهدف إلى قيـاس كفاءة العضلات اللاهوائيـة بدون حمض اللاكتيك، وهذا يعنى نظـام إنتاج الطاقة الذى يعـتمـد على تكوين ATP اعتـمادًا على فـوسفـات الكرياتين PC ودون تكسـير الجليكوچين؛ ولـذلك لايوجد حـمض اللاكـتـيك، وهذا عـادة يكون فى الأداء العضلى الذى يتميز بالسرعة والقوة القصوى أو الأنشطة التى تتميز بالقوة المتفجرة.

٢ ـ السعة اللاهوائية المتوسطة Intermediate Anaerobic :

فى هذا النوع من السعة اللاهوائية تتراوح الفترة الزمنية لأداء العمل العضلى ما بين ٢٠ ـ ٥٠ ثانـية . . . ، حيث تسـمح هذه الفتـرة بعمل القـدرة اللاهوائية اللاكتيكية، أى التى تعتمد على نظام حامض اللاكتيك Lactic Acid.



٣ ـ السعة اللاهوائية الطويلة Long-term Anaerobic :

فى هذا النوع من السعة اللاهوائية تتراوح الفترة الزمنية لأداء العمل من ٦٠ إلى ١٢٠ ثانية، والقياس فى حدود هذه الفترة يتعـامل مع ما يسمى بالسعة الهوائية الكلية Total anaerobic capacity والتحمل اللاهوائى anaerobic endurance .

اختبارات السعة اللاهوائية

Tests of Anaerobic Capacity

أولا ـ الاختبارات اللاهوائية القصيرة

Short - Term Anaerobic Tests :

١ ـ اختبار الدرج لمارجاريا Margaria Staircase Test :

يتطلب استخدام هـذا الاختبار مدرج ارتفاع الدرجة به ١٧٥ مم ومـفتاحين يتصلان بساعة إيقاف تقيس حتى ١٠٠ ثانية.

يقف المختبر عـلى مسافة مترين من المدرج . . ، عند سـماع الإشارة يجرى بأقصى سرعة تجـاه المدرج محاولا الصعود بنفس معدل السـرعة بحيث يتخطى فى كل خطوة درجتين من درجات المدرج.

يوضح المفتاح الأول المتصل بالساعة على المدرج الثامن، والمفتاح الثانى على المدرج الثانى عشر . . . ، حيث يجب أن يضغط عليهما اللاعب بقدمه فى الخطوة الرابعة والخطوة السادسة (الأول لتشغيل الساعة والثانى لإيقافها).

تستخرج القدرة اللاهوائية بدون اللاكتيك بواسطة المعادلة التالية :

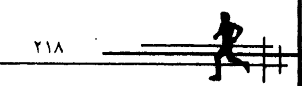
$$\text{القدرة اللاهوائية}^{*} = \frac{\text{وزن اللاعب} \times 9,8 \times \text{المسافة العمودية بين مكانى مفتاحى الساعة}}{\text{زمن قطع المسافة بين مفتاحى ساعة الإيقاف}}$$

٢ ـ اختبار القدرة لمارجاريا ـ كالامن Margaria - Kalamen Power Test :

يعتـبر هذا الاختـبار تطويرًا لاختـبار مارجـاريا السابق ذكـره وذلك بغرض إحداث إنتاج أكثر للقدرة.

(*) ٩,٨ هى سرعة الجاذبية الأرضية العادية (متر/ثانية).

حسب ثبات Reliability هذا الاختبار فبلغ ٠,٨٥ (باستخـدام أسلوب الاختبار ـ إعادة الاختبار Test-retest).



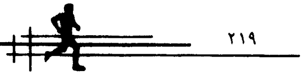
نفس شروط ومواصفات اختبار مارجريا السابق ذكره باستثناء أن المختبر يقف على بعد ٦ أمتار أمام المدرج، ثم يقوم بالجرى بأقصى سرعة لصعود الدرج بحيث يأخذ ثلاث درجات فى الخطوة الواحدة، يوضع مفتاح تشغيل ساعة الإيقاف على الدرجة الثالثة، ومفتاح الإيقاف على الدرجة التاسعة (متوسط ارتفاع الدرجة ١٧٤ مم). وتحسب النتائج بنفس المعادلة السابق ذكرها فى اختبار مارجاريا، انظر الشكل رقم (٤٢).

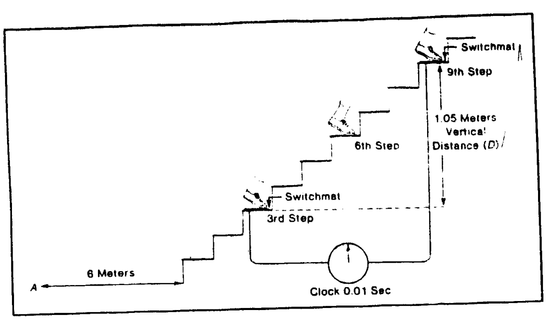
الجدول رقم (٣٦) يوضح معايير اختبار مارجاريا ـ كالامن للذكور والإناث.

جدول رقم (٣٦)
معايير اختبار مارجاريا ـ كالامن
لقياس القدرة اللاهوائية القصيرة (للجنسين)

	المستوى* / العمر	١٥ - ٢٠	٢١ - ٣٠	٣١ - ٤٠	٤١ - ٥٠	أكثر من ٥٠
معايير الذكور						
الذكور	سيئ	أقل من ١١٣	أقل من ١٠٦	أقل من ٨٥	أقل من ٦٥	أقل من ٥٠
	مقبول	١١٣ _ ١٤٩	١٠٦ _ ١٣٩	٨٥ _ ١١١	٦٥ _ ٨٤	٥٠ _ ٦٥
	متوسط	١٥٠ _ ١٨٧	١٤٠ _ ١٧٥	١١٢ _ ١٤٠	٨٥ _ ١٠٥	٦٦ _ ٨٢
	جيد	١٨٨ _ ٢٢٤	١٧٦ _ ٢١٠	١٤٤ _ ١٦٨	١٠٦ _ ١٢٥	٨٣ _ ٩٨
	ممتاز	أكثر من ٢٢٤	أكثر من ٢١٠	أكثر من ١٦٨	أكثر من ١٢٥	أكثر من ٩٨
معايير الإناث						
الإناث	سيئ	أقل من ٩٢	أقل من ٨٥	أقل من ٦٥	أقل من ٥٠	أقل من ٣٨
	مقبول	٩٢ _ ١٢٠	٨٥ _ ١١١	٦٥٦ _ ٨٤	٥٠ _ ٦٥	٣٨ _ ٤٨
	متوسط	١٢١ _ ١٥١	١١٢ _ ١٤٠	٨٥ _ ١٠٥	٦٦ _ ٨٢	٤٩ _ ٦١
	جيد	١٥٢ _ ١٨٢	١٤١ _ ١٦٨	١٠٦ _ ١٢٥	٨٣ _ ٩٨	٦٢ _ ٧٥
	ممتاز	أكثر من ١٨٢	أكثر من ١٦٨	أكثر من ١٢٥	أكثر من ٩٨	أكثر من ٧٥

(*) Poor, Fair, Averge, Good, Excellent.





شكل رقم (٤٤)

اختبار مارجاريا ـ كالامن لقياس القدرة اللاهوائية القصيرة

٣ ـ اختبار الوثب لسارجنت Sargent Jump Test :

يستــخدم فى هذا الاختــبار شريط قــياس وحائط بارتفــاع مناسب ووعاء به ماء.

يقف المختبـر بحيث يواجه الحائط بكـتفه اليمنى (أو كتـف الذراع المميزة)، يقوم المختبـر برفع ذراعه التى جهة الحائط (بعد غمس أصـابع اليد فى الماء) لعمل علامـة على الحائط عند أقصى نقطة تصل إليـها الأصابع. يقـوم المختبر بمرجـحة الذراعين أسفل مع ثنى الركبتين نصفًا، ثم مرجحتـهما أمامًا عاليًا مع مد الركبتين عموديًا للوثب لأعلى؛ لعمل العلامة الثانية بيد الذراع المجاورة للحائط عند أقصى نقطة تصل إليها الأصابع، انظر الشكل رقم (٤٥).

يعطى المختبر ثلاث محاولات يسجل له أفضـلها، وتُعبِّر المسافة بين العلامة الأولى والعلامة الثانية بالسنتيمتر عن القدرة اللاهوائية القصيرة للمختبر.

يجب ملاحظة أن وزن اللاعب له دورا مـهم فى نتائج هذا الاختـبار، ولذا فى حالة ما إذا وثب شخصان مسافة متساوية فإن أكثرهما وزنًا هو الأفضل.

٤ ـ اختبار الوثب المعدل لسارجنت Modified Sargent Jump Test :

تمكن أبولوجوف من ابتكار حـزام يربط على وسط اللاعب لحساب مـسافة الوثب العمـودى، والغرض من هذا التـعديل زيادة دقة وصـدق اختبـار سارجنت للوثب انظر الشكل رقم (٤٦).

٥ ـ اختبار نوموجرام لويس Lewis Nomogram Test :

نظرا لأهمية عامل الوزن فى اختبـارات الوثب، فقد تمكن لويس من تصميم مخطط بيانى Nomogram يمكن بواسطته تحـديد القدرة اللاهوائية مبـاشرة بدلالة وزن اللاعب ومسافة الوثب العمودى التى يمكن تسجيلها من اختبار سارجنت.

التـدريج الأيمن من الشكل يمـثل وزن اللاعب Weight، التدريج الأيسر يمثل مسافة الوثب (Distance) التى سجلها اللاعب. عند التوصيل بين العمودين يتم الحصـول على قيمة القـدرة اللاهوائية القصـيرة مباشـرة على التدريج الأوسط (Power).

مثال : (باستخدام المقاييس المترية Metric Units Formula) :

ـ وزن اللاعب = ٨٢ كيلوجرام.

ـ مسافة الوثب = ٦١ سم.

ـ القدرة اللاهوائية القصيرة = ١٤٢ كيلوجرام ـ متر/ثانية (Kg-m / sec).

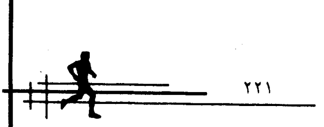
والمثال (باستخدام المقاييس الإنجليزية English Units Formula) :

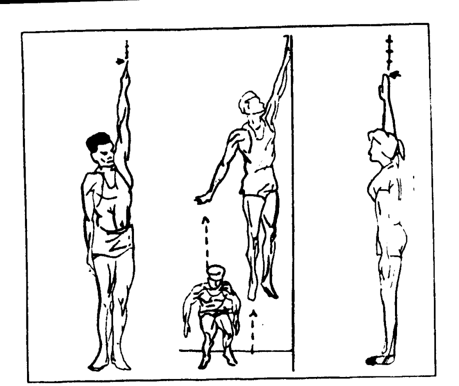
ـ وزن اللاعب = ١٨٠ رطلا.

ـ مسافة الوثب = ٢٤ بوصة.

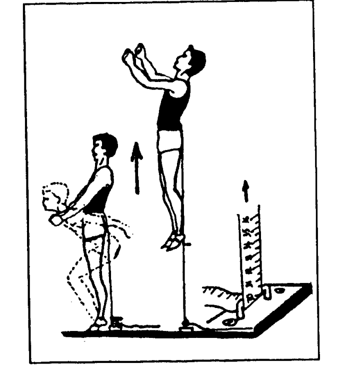
ـ القدرة اللاهوائية القصيرة = ١٠٢٥,١٢ تقريبًا قدم ـ رطل/ثانية (Ft - lb/ sec).

(الرطل = ٠,٤٥٤ كيلوجرام).

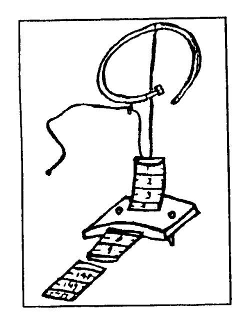




شكل رقم (٤٥)
اختبار سارجنت للوثب

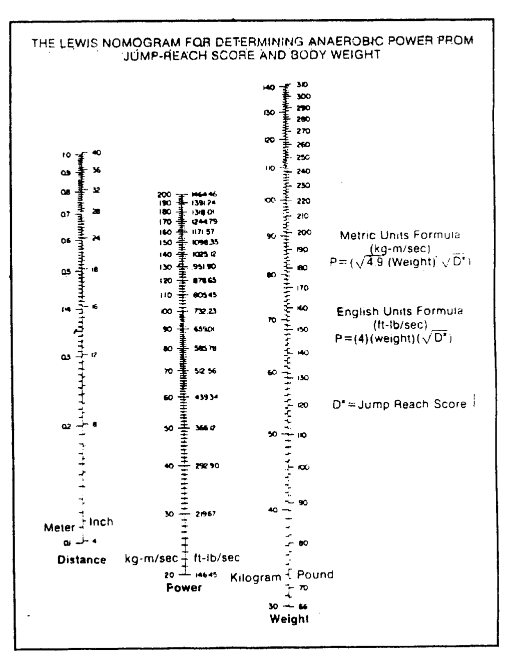


(شكل رقم ٤٦ ـ أ)
اختبار الوثب المعدل لسارجنت
عن : (محمد صبحي حسانين، ١٩٩٥م)



(شكل رقم ٤٦ ـ ب)
حزام أبولوجوف
عن : (محمد صبحي حسانين، ١٩٩٥م)

شكل رقم (٤٦)
اختبار الوثب المعدل لسارجنت
باستخدام حزام أبولوجوف



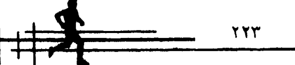
شكل رقم (٤٧)

نوموجرام لويس

٦ ـ اختبار العدو ٥٠ ياردة 50 - Yard Sprint :

يؤدى هذا الاختبار باستخـدام البدء المتحرك من على بعد ١٥ ياردة من خط البداية .

فى هذا الاختبار يجرى المختبر بأقصى سرعة من خط التحرك (على بعد ١٥ ياردة من خط البداية)، وعند وصول اللاعب إلى خط البداية يتم البدء فى حساب الزمن (تشغيل الساعـة) وعند وصول اللاعب إلى خط النهاية (على بعد ٥٠ ياردة من خط البداية) يتم إيقاف الساعة ويحسب الزمن بالثانية .



وجدت علاقة عالية بين هذا الاختبار واختبار مارجاريا ـ كالامن، حيث بلغ معامل الارتباط بينهما ٩٧٤, ٠. ولكن هذا الاختبار يتميز بسهولته وقلة الإمكانيات المستخدمة فيه ..، وهو من الاختبارات الصالحة لقياس القدرة اللاهوائية القصيرة للاعبى كرة القدم وكرة السلة.

٧ ـ اختبار السير المتحرك (التريدميل) Treadmill Test :

يمكن استخدام العدو على جهاز السير المتحرك لفترات زمنية ١٥ ث، ٣٠ث، ٤٥ ث، ٦٠ ثانية لقياس القدرة اللاهوائية القصيرة، وفى هذه الحالة يمكن قياس استهلاك الأكسجين، وكذلك تحليل حامض اللاكتيك فى الدم الوريدى لدراسة الطاقة اللاهوائية بدون اللاكتيك، (انظر الشكل رقم ٤٨).

٨ ـ اختبار الثوانى العشر لكيوبيك Quebec 10 - Second Test :

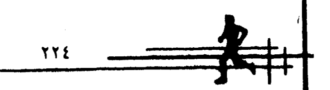
يؤدى هذا الاختبار على جهاز الدراجة الأرجومترية Ergometer طراز مونارك المعدل Modifid Monark، وتسجل الخلية الضوئية الكهربائية Photoelectric Cell كل ثالث لفة للإطار وتحول الناتج إلى الميكروبروسيسور Microprocessor، ويقوم جهاز فرق الجهد Potentiometer المرتبط بالجهاز بتسجيل الحمل البدنى. ويقوم جهاز الضبط الكهربائى Electrical Timing System بالتحكم فى تحويل النتائج إلى الميكروبروسيسور، ويسجل العمل الكلى لكل ثانية. ويتم تحديد حجم الشغل تبعًا لوزن الجسم (حوالى ٠,٠٩ كيلوبوند/ كيلوجرام) ولكن يمكن ضبطها أثناء فترة التبديل بحيث يمكن للشخص الحفاظ على سرعة تبديل عالية لمدة ١٠ ـ ١٦ متر/ ثانية.

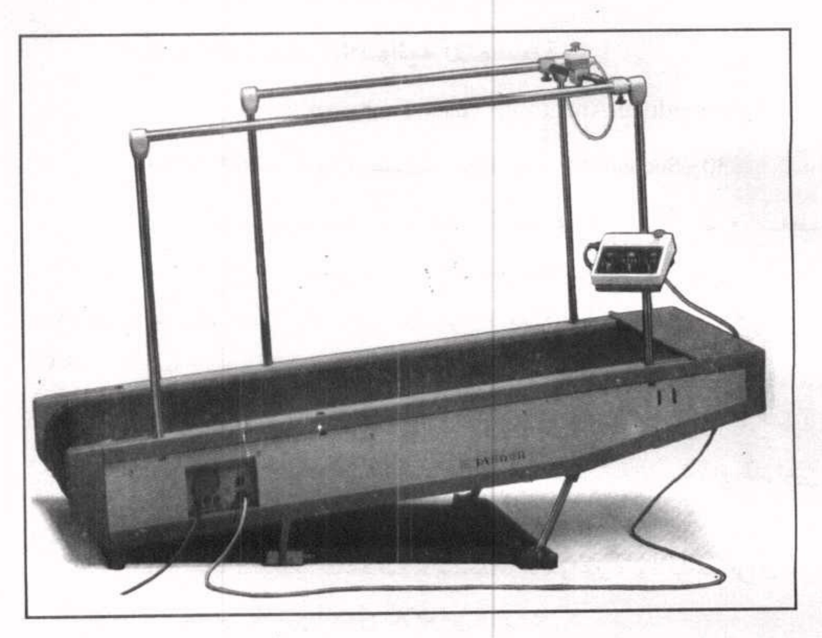
يتكون الاختبار من أداء التبديل على الأرجومتر لمدة عشر ثوانى لمرتين (كل منهما عشر ثوانى، بينهما راحة قدرها عشر دقائق).

ويراعى فى الأداء ما يلى :

١ ـ التبديل من وضع الجلوس دائمًا.

٢ ـ فى البداية يكون التبديل بمعدل ٨٠ تبديلة/ دقيقة، ويتم خلال فترة من ٢ ـ ٣ ثوانى (ضبط المقاومة المناسبة).





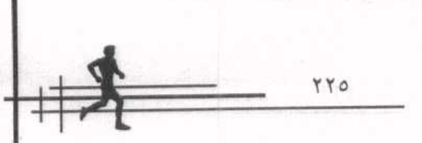
شكل رقم (٤٨)
جهاز السير المتحرك

٣ ـ مع إعطاء أمر (ابدأ) يتم التبديل بأسـرع ما يمكن لمدة عشر ثوانى، يتم تكرار الاختبار لعشر ثوانى أخرى بعد فترة راحة بينية قدرها عشر دقائق.

النتائج :

تسجل النتائج بوحدة قياس الجول Joule، أو جول لكل كيلوجرام من وزن الجسم خـلال أفضل أداء خـلال الثوانى العشـر، ويسجل أعلى شـغل ناتج خلال الثانية الواحدة، ويحسب التعب بالنسبة بين مقدار ما يتم تسجيله فى آخر ثانية فى فترة الثوانى العشر وأعلى شغل خلال الثانية الواحدة.

هذا وقد بلغ معامل ثبات هذا الاختـبار ٠,٩٨ عند الأداء باستخدام الجول كوحدة قياس (Simoneau et al., 1983).



ثانيًا ــ الاختبارات اللاهوائية المتوسطة

Intermediate Anaerobic Tests

١ ــ اختبار الثلاثين ثانية لوينجات 30 - Second Wingate Test :

انتشر استخدام اختبار وينجات منذ عام ١٩٧٤ بشكل يفوق معظم الاختبارات الأخرى، ويتمتع هذا الاختبار بإمكانية التبديل على الدراجة الأرجومترية بالرجلين أو الذراعين، ويتراوح معامل ثباته ما بين ٠,٩٠ إلى ٠,٩٨ لمتوسط القدرة وقمة القدرة.

يمكن أداء الاختبار بالتبديل بالرجلين على جهاز دراجة الأرجوميتر من طراز فليش Fleish أو مونارك المعدل Modified Monark، وبالنسبة لاستخدام الذراعين يستخدم أرجوميتر فليش للذراعين The Arm - testing mode حيث يتطلب استخدام جهاز مونارك تعديلات خاصة لاستخدامه بالذراعين، ولاتوجد فروق بين استخدامات الجهازين بالنسبة للعمل اللاهوائى.

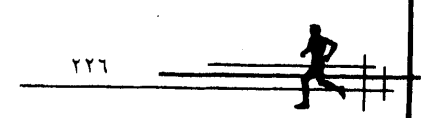
يطلب من المختبر التبديل بأقصى سرعة ممكنة لمدة ٣٠ ثانية، ويتم ضبط المقاومة خلال فترة ٣ ـ ٤ ثانية.

بالنسبة للمقاومة للبالغين تستخدم مقاومة مقدارها ٤٥ جرام/ كيلوجرام من وزن الجسم وذلك فى حالة استخدام التبديل بالرجلين بواسطة جهاز فليش، ومقاومة مقدارها ٧٥ جرام/ كيلوجرام فى حالة استخدام التبديل بالرجلين بواسطة جهاز مونارك.

فى حالة استخدام التبديل بالذراعين تستخدم مقاومة مقدارها ٣٠ جرام/ كيلوجرام بواسطة جهاز فليش، ومقاومة مقدارها ٥٠ جرام/ كيلوجرام لجهاز مونارك، هذا ويمكن زيادة هذه المقاومة مع الأفراد المدربين.

النتائج :

يوصى أصحاب الاختبار باستخدام مؤشرات الأداء الثلاثة التالية :



- **متوسط القدرة** Mean Power :

وتعرف بأنها متوسط الشغل كله خلال فترة الثلاثين ثانية.

- **قمة القدرة** Peak Power :

وتعرف بأنها أعلى قدرة خلال فترة خمس ثوانى.

- **فهرست التعب** Fatigue Index :

ويعرف بأنه الفرق بين قمة القدرة وأقل قدرة خلال خمس ثوانى والتى تقسم عليها.

٢ ـ اختبار دى برون ـ برفوست للحمل الثابت :

De Bruyn - Prévost Constant - Load Test

فى هذا الاختبار يستخدم أسلوب العمل حتى التعب باستخدام حمل بدنى ثابت، ويؤدى العمل على جهاز الدراجة الأرجومترية مع جهاز ضبط التوقيت (المترونوم) Metronome.

طريقة الأداء :

تحدد المقاومة للذكور بمقدار ٤٠٠ وات، وللإناث بمقدار ٣٥٠ وات، كما أن إيقاع البدال للذكور ١٢٤ إلى ١٢٨ تبديلة فى الدقيقة، وللإناث ١٠٤ ـ ١٠٨ تبديلة فى الدقيقة.

تتم زيادة الحمل عن طريق زيادة المقاومة خلال أول خمس ثوانى من ٥٠ إلى ٤٠٠ وات للذكور، ومن ٥٠ إلى ٣٥٠ وات للإناث، ويتوقف الفرد عن الأداء حينما لايتمكن من العمل تبعًا للتوقيت المحدد.

النتائج :

يسمى الوقت اللازم للوصول إلى إيقاع التبديل وقت التأخير Dealy Time، ويسمى الوقت المستغرق فى العمل كله الوقت الكلى Total Time، ويقسم الوقت الكلى على وقت التأخير لاستنتاج الفهرست Index.

ويستخدم الفهرست وتركيز حامض اللاكتيك لتقويم التحمل اللاهوائى والأداء.

ثالثًا ـ الاختبارات اللاهوائية الطويلة

Long - Term Anaerobic Tests

١ ـ اختبار الوثب العمودى لمدة ٦٠ ثانية

: 60 - Second Vertical Jump Test

يقوم المختبر فى هذا الاختبـار بتوالى الوثب العمودى لأعلى ما يمكن خلال فترة ٦٠ ثانية، ويمكـن استخدام جهاز قيـاس الجهد الثابت Ergojump المعد لهذا الغرض، حيث يمكن أن يقـيس هذا الجهاز زمن الطيران إلكترونيـا، ويتم تسجيل زمن كل وثبة ويجمع الزمن للوثبات خلال فترة ٦٠ ثانية.

يجب أن يثب المختبر باستمرار خلال فترة الـ ٦٠ ثانية بحيث تكون الركبتان منثنيتين ٩٠ درجة، واليـدان على امتدادهما بجانب الفخـذين .. وتحسب القدرة بالمعادلة التالية :

القدرة الميكانيكية (وات/ كجم) =

٩,٨ × مجموع زمن الطيران خلال الوثبات كلها × ٦٠
____
٤ × عدد الوثبات خلال ٦٠ ثانية (٦٠ ـ مجموع زمن الطيران خلال الوثبات كلها)

هذا ويمكن دراسـة التـغـيـرات التى تحـدث فى الـزمن كل ١٥ ثانيـة أثناء الاختبـار، ويمكن باستخـدام نفس الجهاز تصمـيم اختبارات أقـصر أو أطول فى فتراتها الزمنية.

ثبات هذا الاختبار بلغ ٠,٩٥ .

٢ ـ اختبار التسعين ثانية لكيوبيك Quebec 90- Second Test :

يستخدم فى هذا الاختـبار جهاز أرجومـتر مونارك المعدل Modified Mon-ark، حيث تسجل الخليـة الضوئية الكهربائية كل لفـة ثالثة للإطار، وتحول الناتج إلى ميكروبروسيسور، ويقوم جهاز فرق الجهد بتسجيل حمل الشغل.

ويقوم جهاز التـوقيت الكهربائى بضبط تحويل النتائج إلـى الميكروبروسيسور ويحسب الشغل الكلى المنفذ كل ثانية، ويتـحدد حمل الشغل بناء على وزن الجسم (حوالى ٠,٠٥ كيلوبوند/ كيلوجرام) ولكن يتم ذلك يدويًا أثـناء الاختبار للحفاظ على السرعـة ما بين ١٠ إلى ١٦ مـتر/ثانية، ويتـضمن الاختـبار الأداء لمدة ٩٠ ثانية، ويقوم المختبر بما يلى :

ـ التبديل من وضع الجلوس.

ـ التبديل بمعدل ٨٠ تبديلة/ دقيقـة منذ أول لحظة للعمل، مع ضبط مقاومة الحمل البدنى خلال ٢ ـ ٣ ثانية بواسطة المشرف على الاختبار.

ـ عند سماع الأمر بالبـدء يتم التبديل بسرعة عاليـة بحوالى ١٣٠ تبديلة فى الدقيقة خلال أول ٢٠ ثانية، ثم بأسرع ما يمكن بعد ذلك.

تحسب النتـائج بالوات لكل كيلوجرام من وزن الجسم بأعـلى قدرة خلال ٥ ثوانى، ويتم تسجيل الـقدرة كل ٥ ثوانى للاستفادة من ذلك عند دراسـة فهرست التعب بالمقارنة للنسبة بين القدرة الناتجة خلال أول ٣٠ ثانية وآخر ٣٠ ثانية أو ثانى ٣٠ ثانية، أى من ١ ـ ٣٠ ثانية بالفترة من ٣١ ـ ٦٠ ثانية، أو ٦١ ـ ٩٠ ثانية.

وجد أن معامل الثبات لهذا الاختبار قد بلغ ٠,٩٩ .

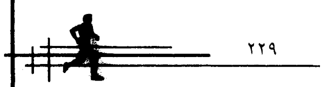
٣ ـ اختبار السير المتحرك لكوننجهام وفولكنز

: Cunningham and Foulkner Treadmill Test

يتطلب هذا الاختبار أن يقوم المختبر بالجـرى بأقصى سرعة على جهاز السير المتحرك بزاوية ٢٠٪، وسرعة ٨ ميل/ساعة، ويسجل زمن العمل حتى التعب.

كما يمكن أن يتضمن هذا الاختبار تحـديدا لتركيز حامض اللاكتيك فى الدم الوريدى فى الدقيقة الخامسة والدقيقة الثانية عشرة بعد العمل.

وجد أن معامل الثبات لهذا الاختبار قد بلغ من ٠,٧٦ إلى ٠,٩١ .



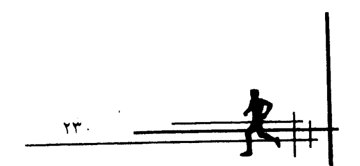
٤ ـ اختبار أقصى ١٢٠ ثانية :

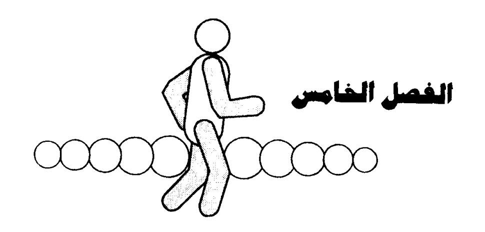
يحتاج الاختبار إلى الدراجة الأرجومترية من طراز مونارك وجهاز حاسب كهربائى Electricaly Triggerd Counter . شدة الحمل أو مقاومة الحمل ٤٣ كيلوبوند لفة، أو ٥,٦ كيلوبوند على لوحة الأرجوميتر . فترة الأداء ١٢٠ ثانية .

مع الإشارة يقوم الفرد بالتبديل بأسرع ما يمكن، ويتم ضبط شدة الحمل خلال فترة ١,٥ دقيقة، ولايخبر الفرد المختبر عن مدة الاختبار حيث يخبر فقط بأن زمن الاختبار قصير جدًا، هذا ويجب على المختبر أن يؤدى الاختبار بأقصى سرعة ممكنة .

يحسب الشغل خلال فترة العمل الكلية، وكذلك يحسب الحد الأقصى للشغل خلال أول ست ثوانى .

بلغ معامل ثبات هذا الاختبار ٠,٩٢ .





الفصل الخامس

الطاقة الهوائية



التمثيل الغذائى لإنتاج الطاقة

تتميز الأجسام الحية بقدرتها على إنتاج الطاقة من خلال عمليات تبادل المواد بينها وبين البيئة الخارجية، حيث يحصل الجسم من البيئة على المواد الغذائية المختلفة، وهذه المواد غنية بمصادر الطاقة فى شكلها الكيميائى «الكربوهيدرات، والدهون» وتتحول هذه المواد من خلال الهضم إلى مواد بسيطة يقوم الجسم بتخزينها أو استهلاكها كمصادر للطاقة اللازمة، بالإضافة لذلك يحصل الجسم أيضًا على مواد غذائية أخرى ولكنه يستخدمها فى بناء وتحديث الخلايا والأنسجة وبناء الإنزيمات والهرمونات مثل البروتينات والأملاح المعدنية والفيتامينات والماء.

وبذلك تكون عمليات التمثيل الغذائى بالجسم هى العمليات الفسيولوجية المسئولة عن إنتاج الطاقة.

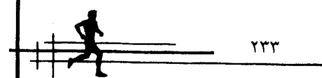
ماهية الطاقة الحيوية

الطاقة مفهوم عرفه الإنسان الأول حين أشعل النار ورفع الأثقال، فهى القوة المحركة، وهى الجهد المبذول، وهى الحيوية، وهى الحركة، وهى الحرارة.

وتعتبر الشمس هى المصدر الأم للطاقة فى الكون، فالشمس تمد الأرض بأسباب الطاقة التى تخزن فيها على أشكال مختلفة، فتحتوى أوراق النبات الخضراء على جزء من هذه الطاقة لتكون فى شكلها الكيميائى، وعندما يتناول الإنسان النبات فى طعامه فإن الطاقة تدخل إلى جسمه من خلال هذه النباتات (مواد كربوهيدراتية أو دهنية) وتخزن هذه الطاقة فى جسم الإنسان وتظهر فى شكل إنتاج حرارى أو انقباضات عضلية تساعد الإنسان على الحركة والحياة.

وللطاقة ستة أشكال مختلفة هى الطاقة الميكانيكية، والكهربائية، والكيميائية، والحرارية، والضوئية، والذرية.

والطاقة لاتفنى، ولكنها تغير أشكالها من شكل إلى آخر، وفى جسم الإنسان تخزن الطاقة فى شكلها الكيميائى على شكل مواد غذائية كربوهيدراتية ودهنية ومواد فوسفاتية، وتحول إلى طاقة حرارية وميكانيكية أثناء الانقباض



العضلى، كمـا تستخدم الطاقة فى شكلهـا الكهربائى لتوصيل الإشارات العصـبية الحركية والحسية.

ويمكن تعريف الطاقة بأنها السعة أو المقدرة على أداء شغل (*) ويلاحظ فى التعريف أن كـلمة شغل Work تعنى تطبـيق القوة لمسـافة معـينة، بمعنى أن هناك ارتباطا بين الطاقة والشغل، علما بأن الانقباض العضلى الثابت أيضًا ينتج عنه شغل لأن هناك طاقة مبذولة.

طرق قياس استهلاك الطاقة

لقياس الطاقة فى الجسم تستخدم طرق عديدة، بعضها مباشر direct والآخر غير مباشر indirect .

فى الطرق المباشرة يعتمد على قياس الطاقة الحرارية الناتجة عن الأداء مباشرة بالسعرات الحرارية، أما عند استخدام قياسات الأكسجين المستهلك فهذا يعتبر قياسا للطاقـة بشكل غيـر مباشـر، حيث يتم تحـديد الطاقة المـستهلـكة بتحويـل لترات الأكسچين المستهلك إلى ما يقابلها من السعرات الحرارية.

لذلك فإن قـياس الطاقة عن طريق تحـديد مقدار الأكسـچين المستـهلك تعد قياسات غير مباشرة. وهناك ثلاث طرق أساسية لقياس الطاقة هى :

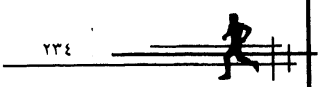
١ ـ قياس الحرارة الناتجة عن الجسم (القياس الكالوريمترى المباشر) ويعبر عنه بالسعرات الحرارية.

٢ ـ قياس استهـلاك الأكسچين (القياس الكالوريمترى التنفـسى غير المباشر) ويعبر عنه باللتر أو الملّى لتر.

٣ ـ تحديد السعـرات الحرارية للمواد الغذائية التى يتناولها الإنـسان (القياس الكالوريمترى للعناصر الغذائية غير المباشرة).

ويعتبـر استخدام الطريقة المبـاشرة لقياس الطاقـة أفضل وأدق، ولكنها طرق تتسم بالصـعوبة وتحتـاج إلى وقت طويل فى الملاحظة، ويصعب اسـتخدامـها فى

(*) The Capacity or ability to perform work.



الأنشطة المهنية أو الرياضية على الإنسان. لذلك فإن الطريقة غير المباشرة تعتبر طريقة أسهل لقياس الطاقة للإنسان.

ومن المعروف فى المجال الرياضى أن الجسم كلما استهلك طاقة أكبر زاد احتياجه من الأكسچين وإخراج ثانى أكسيد الكربون بدرجة أكبر، لذلك فإنه يمكن الحكم على مقدار الطاقة المستهلكة فى هذه الحالة عن طريق مقدار الحرارة كما فى الطريقة السابقة، ولكن يتم ذلك عن طريق مقدار استهلاك الأكسچين وخروج ثانى أكسيد الكربون.

وفى هذا الكتاب سوف نتعرض لما يعتمد على قياسات الطاقة بالطريقة غير المباشرة، أى باستخدام قياسات استهلاك الأكسچين، وكذلك قياسات الشغل والقدرة.

التعادل الكالورى للأكسچين Calorie Equivalence

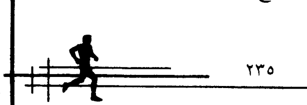
يقصد بالتعادل الكالورى كمية الطاقة التى تتحرر نتيجة استهلاك لتر واحد من الأكسچين، ويختلف مقدار كمية الطاقة هذه تبعًا لنوع المصدر الغذائى المستهلك لإنتاج الطاقة.

فمثلا يمكن أن يحرر اللتر الواحد من الأكسچين طاقة مقدارها ٥,٠٥ سعر حرارى إذا كان مصدر الطاقة هو المواد الكربوهيدراتية، حيث يحتاج الجرام الواحد من الكربوهيدرات إلى ٠,٨ لتر أكسچين، ونتيجة لذلك يتحرر ٤,١ سعر حرارى، ولذلك فإن اللتر الكامل من الأكسچين يؤدى إلى إنتاج ٥,٠٥ سعر حرارى.

غير أن هذا الأمر يختلف عن أكسدة الدهون أو البروتينات، حيث يؤدى اللتر الواحد من الأكسچين عند أكسدة الدهون إلى إنتاج ٤,٧ سعر حرارى، وبالنسبة للبروتينات ٤,٨٥ سعر حرارى.

تلخيصًا لما سبق فإن :

لتر الأكسچين = ٥,٠٥ سعر حرارى، مع الكربوهيدرات.



لتر الأكسچين = ٤,٧٠ سعر حرارى، مع الدهون.

لتر الأكسچين = ٤,٨٥ سعر حرارى، مع البروتين.

ونظرًا لكون مصدر الطاقة دائمًا ما يكون مختلطًا فى الجسم، فإن التعادل الكالورى يتراوح مداه ما بين ٤,٧ إلى ٥,٠٥ سعر حرارى، أى أن لتر الأكسچين يقابله ٤,٧ إلى ٥,٠٥ سعر حرارى. وكلما زادت نسبة الاعتماد على الكربوهيدرات كمصدر لإنتاج الطاقة زادت إنتاجية السعرات الحرارية المقابلة للتر الأكسچين، والعكس حينما نعتمد على الدهون كمصدر للطاقة.

أى أن الدهون تحتاج إلى قدر أكبر من الأكسچين لإنتاج نفس مقدار السعرات الحرارية التى تنتجها الكربوهيدرات. لذا يفضل تناول الكربوهيدرات لمتسابقى المسافات الطويلة.

المعامل التنفسى الكالورى Respiration Ratio (RR)

ويطلق عليه أيضًا Respiratory Quotion (RQ)، ويقصد به العلاقة بين حجم ثانى أكسيد الكربون إلى الأكسچين المستهلك :

$$\text{المعامل التنفسى} = \frac{\text{حجم ثانى أكسيد الكربون الناتج}}{\text{حجم الأكسچين المستهلك}}$$

ويعتبر المعامل التنفسى الكالورى مؤشرًا فسيولوجيًا مهمًا لكونه معبرًا عن مقدار التعادل الكالورى، ويرتبط ناتج المعادلة الخاصة بالمعامل التنفسى عادة بمكونات المواد التى تمت أكسدتها. فعند أكسدة الكربوهيدرات فإن حجم الأكسچين المستهلك يتساوى مع حجم ثانى أكسيد الكربون الناتج، وبالتالى يكون الناتج واحد صحيح.

أما عند أكسدة الدهون فإن المعامل يقل نتيجة زيادة الأكسچين المستهلك نسبة لثانى أكسيد الكربون الناتج، ويكون الناتج ٠,٧، وعند أكسدة مجموعة مختلطة من المواد الغذائية فإن مقدار معامل التنفس يتراوح ما بين ٠,٧ إلى ١,٠.

الجدول رقم (٣٧) يوضح العلاقة بين التعادل الكالورى الأكسچينى المقابل لمختلف مقادير معامل التنفس.

جدول رقم (٣٧)

العلاقة بين التعادل الكالورى الأكسچينى المقابل

لمختلف مقادير المعامل التنفسى

القياسات	المقادير					
معامل التنفس (٪) *	٠,٧٠	٠,٧٥	٠,٨٠	٠,٩٠	٠,٩٥	١,٠٠
التعادل الكالورى **	٤,٧٠	٤,٧٤	٤,٨٠	٤,٩٢	٤,٩٨	٥,٠٥

* = حجم ثانى أكسيد الكربون الناتج / حجم الأكسچين المستهلك

** = السعرات الحرارية الناتجة عن لتر الاكسچين.

العوامل المؤثرة على معامل التنفس

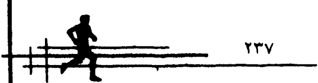
أشار فوكس وآخرون (Fox et al., 1993) إلى بعض العـوامل المؤثرة على معامل التنفس خلافًا للمواد الغذائية المؤكسدة . . ومن هذه العوامل :

١ ـ زيادة التهوية الرئوية Hyperventilation :

فى بعض الأحيـان قد يحدث زيادة فى التنفس والتـهوية الرئوية نتيجـة إما عامل لا إرادى يرجع إلى الضـغط النفسى Psychological Stress، أو يمكن أن يحدث بطريقة إرادية، ويكون نتيجة لذلك زيادة نسـبة ثانى أكسيد الكربون العادية مما يؤثر على معامل التنفس، فى الوقت الذى لم يتم بعد إنتاج طاقة أدت إلى هذه الزيادة فى ثانى أكسيد الكربون.

٢ ـ فترة التهوية :

خلال أول دقيقة فى الأداء، أو فى حالة الأداء أقل من مـستوى الحالة الثابتة Stady State تحدث زيادة فى التهوية الرئوية مما يؤدى إلى زيادة خروج ثانى أكسيد الكربون أكثر من الاستهلاك الفعلى للأكسچين، ولاتستقر هذه الحالة إلا بعد مرور



فتـرة التهـيئـة (٣ دقـائـق تـقريبًا)، ولذلك يجب مراعـاة ذلك خـلال القياس أثناء فترة التهيئة.

٣ ـ تأثير عمل المنظمات الحيوية :

عند أداء الأنشطة البدنية عالية الشدة ولفتـرة قصيرة فإن معامل التنفس يزيد عن الواحد الصحيح، ويرجع ذلك إلى زيادة ثانى أكسيد الكربون الناتج عن عمل المنظمات الحيوية فى مواجهة زيادة حامض اللاكتيك.

٤ ـ فترة استعادة الشفاء :

خلال فترة استـعادة الشفاء بعد أداء الحمل البدنى يحدث انخـفاض كبير فى مستوى مـعامل التنفس، ويرجع ذلك إلى زيادة استهلاك الأكسـچين مع قلة إنتاج ثانى أكسيد الكربون، ويستمر ذلك لعدة دقائق.

وحدات قياس الطاقة الحيوية

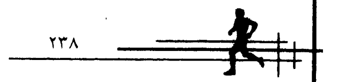
البعض يستخـدم السعر الحرارى (الكالورى) . . ، والبعض يستـخدم مقدار الأكسچين المستهلك، وفى أحيان أخرى تستخدم كلمة كيلوجول، وفى أحيان ثانية يعـبر عن الطاقـة فى شكل الشغل المؤدى، بمعنى كـيلوجـرام متر أو قـدم ـ رطل وتنـسب إلى الـزمن، بمعنى كيلـوجرام ـ متـر / دقيقـة، أو قـــدم ـ رطل / دقيقـة أو وات ـ دقيقة.

وحتى يمكن تناول مـوضوع القيـاسات فى مجـال الطاقة الحيـوية فإن هناك حاجة إلى تفسير هذه الوحدات القياسية وعلاقة كل منها بالأخرى.

*** السـعـر الحـرارى :**

يجب توضـيح أن كلمة السـعر الحرارى المقـابلة لكلمـة (كالورى) Calorie (.Cal) يقصد بها وحدة الشغل أو الطاقة المساوية لكمية الحرارة المطلوبة لرفع درجة حرارة جـرام من الماء درجة واحدة سنتـجراد (1°م) عند درجـة حرارة ١٥ درجـة سنتجراد.

ويستخدم أيضًا مصطلح كيلو كالورى Kilocalorie (Kcal) للتعبير عن وحدة الشغل أو الطاقة المساوية لكمية الحرارة المطلوبة لرفع درجة حرارة كيلو جرام واحد من الماء درجـة حرارة واحـدة (1°م) عندمـا تكون درجـة حـرارة الماء ١٥ درجـة سنتجراد.



وبالرغم من أن الفارق بين الكالورى والكيلوكالورى واضح حيث إن الكيلو كالورى = ١٠٠٠ كالورى، إلا أن الاستخدام الشائع دائمًا هو كلمة كالورى Cal-orie للتعبير عن كلمة كيلو كالورى، وفى مراجعنا العربية نفرق بين المصطلحين بأن نطلق على الكالورى مصطلح «السعر الصغير»، وعلى الكيلو كالورى مصطلح «السعر الكبير»، غير أننا سوف نقتصر كما تقتصر المراجع على استخدام كلمة سعر حرارى للتعبير عن السعر الكبير أو الكيلو كالورى وذلك تمشيًا مع ما هو سائد بمعظم المراجع العلمية.

ولكون السعر الحرارى يعتبر مقياسًا للطاقة فى شكلها الحرارى فقد استخدم مصطلح «مقياس السعرات الحرارية» كالوريمتر Calorimeter لأول مرة عام ١٨٠٠ م، وذلك حينما قدمه لأول مرة كل من زنتز وهاجمان Zuntz and Hage-mann.

وعند تحويل السعر الحرارى إلى وحدات قياس ميكانيكية فإن السعر الحرارى يساوى (واحد سعر حرارى) = ٣٠,٨٧ قدم - رطل = ٤٢٧ كيلو جرام - متر (كجم/ متر).

★ الكيلو جول Kilojoule :

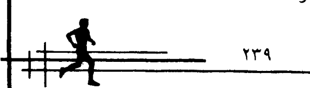
يكثر استخدام وحدة القياس الكيلو جول وخاصة فى المجلات العلمية المتخصصة، كما تفضل الكلية الأمريكية للطب الرياضى استخدام هذا المصطلح حيث إنه يعبر عن مقدار الطاقة والشغل معًا.

والكيلو جول = ١٠٠٠ جول، والجول Joule = ٠,٢٣٨٨٩ سعر حرارى، بمعنى أن الكيلو جول أكبر من السعر الحرارى ويساوى ٢٣٨,٨٩ سعر حرارى.

★ لتر الأكسجين Oxygen Liter :

يستخدم للتعبير عن مقدار الطاقة المستهلكة، وذلك عن طريق مقدار ما تم استهلاكه من الأكسجين باللتر، ويساوى اللتر ١٠٠٠ مللى لتر.

ولتر الأكسجين = ٥,٠٥ سعر حرارى = ١٥,٥٧٥ قدم/رطل = ٢١٢٣ كيلو جرام متر = ٢١,١٤ كيلو جول.



*** تكافؤ التمثيل الغذائى MET :**

يقابل تكافؤ التمثيل الغذائى فى كثير من المراجع مصطلح MET، وهو اختصار Metabolic Equivalent، ويقصد به كمية الأكسجين المطلوبة فى الدقيقة التى يستهلكها الجسم لكل كيلو جرام من وزن الجسم خلال ظروف الراحة العادية، وهى تساوى ٣,٥ ملّى لتر أكسجين لكل كيلو جرام من وزن الجسم فى الدقيقة.

ومثال على ذلك إذا ما قلنا ٣ MET، فإننا نعنى أن استهلاك الطاقة كان بمثابة ٣ مرات ضعف الاستهلاك العادى فى وقت الراحة، بمعنى ٣ × ٣,٥ = ١٠,٥ ملّى لتر أكسجين لكل كيلوجرام من وزن الجسم فى الدقيقة الواحدة (ملّى لتر أكسجين / كجم/ ق).

*** الشغل Work :**

يرتبط مصطلح الشغل Work بمصطلح الطاقة Energy ارتباطًا وثيقًا، حيث يعرَّف الشغل: **بأنه تطبيق الجهد أو القوة Force خلال مسافة Distance معينة.**

مثال على ذلك إذا ما أراد الرياضى رفع ثقل وزنه كيلو جرام واحد لمسافة رأسية متر واحد فإن الشغل هنا يعبر عنه كيلو جرام متر (كجم - متر)، أو ما يعادل ٧,٢٣ قدم - رطل، أو ٩,٨ جول، ويمكن التعبير عن الشغل بالمعادلة التالية.

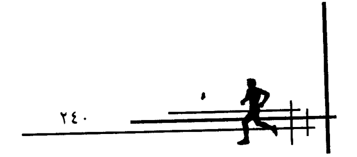
$$W = (F \times d)$$

حيث : W = الشغل.

F = الجهد أو القوة التى يجب أن تكون ثابتة.

d = المسافة التى تتحرك خلالها القوة أو الجهد.

والجدول رقم (٣٨) يوضح وحدات قياس الطاقة والشغل.



جدول رقم (٣٨)

وحدات قياس الطاقة والشغل

وحدة القياس	المصطلح	الرمز	التحويل إلى الوحدات
قدم - رطل	Food - pound 1	Ft. Lb	= ١٣٨٢٥, ٠ كيلوجرام - متر
كيلوجرام - متر	Kg - m 1	Kg - m 1	= ٧,٢٣٣ قدم - رطل = ٩,٨٠٦٦ جول
سعر حرارى	Kilocalorie 1	Kcal	= ٣٠٨٧,٤ قدم - رطل = ٤٢٦,٨ كيلوجرام - متر
١ جول	Joule 1	J	١ نيوتن - متر (Nm).
١ كيلو جول	Kilojoule 1	KJ	١٠٠٠ جول = ٢٣٨٨٩, ٠ سعر حرارى

الكيلو جرام = ٢,٠٢٠٥ رطل.

المتر = ٢,٢٨ قدم.

القدرة Power :

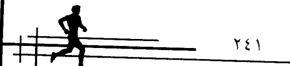
يعنى مصطلح القدرة Power أداء الشغل خلال وحدة زمنية، مثل معدل الأداء، ويمكن أن يعبر عنها فى الأشكال التالية :

$$\text{القدرة} = \frac{\text{الشغل}}{\text{الزمن}} \qquad \text{أو القدرة} = \frac{(\text{القوة} \times \text{المسافة})}{\text{الزمن}}$$

وبناء على المثال السابق، إذا ما قام الرياضى برفع ثقل وزنه كيلو جرام واحد لمسافة متر واحد، فإن ذلك وحده يعبر عن الشغل، غير أن هذا الشغل يتم خلال زمن معين، وهنا تكتمل مكونات القدرة كلها. فإذا ما تم رفع هذا الثقل خلال ثانية واحدة فإننا نعبر عن القدرة فى هذه الحالة بأنها :

واحد كيلو جرام - متر كل ثانية (كجم - متر/ثانية).

ومما سبق يتضح أن كلاً من الطاقة (بأشكالها الستة) والشغل والقدرة يمكن أن تتغير من شكل إلى شكل آخر، وهذا يجب تفهمه عند قياسات الطاقة فى

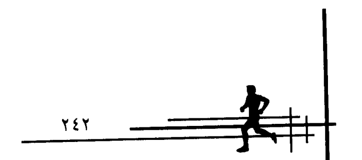


شكلها الحـرارى أو الكيميـائى أو الميكانيكى سواء بالقيـاسات المباشـرة للطاقة عن طريق مقدار الطاقة الحـرارية الكيميائية، كما تقاس السـعرات الحرارية الموجودة فى الغذاء أو الحرارة الناتجة عن الجسم، أو فى الأشكال غير المباشرة لقياس الطاقة عن طريق كمية الأكسچين المستهلكة.

والجدول رقم (٣٩) يوضح العلاقة بين وحدات قياس القدرة المختلفة.

جدول رقم (٣٩)

العلاقة بين وحدات قياس القدرة المختلفة



	حصان Hors Power	كيلوجرام-متر/ق Kg - m / min	قدم - رطل/ق Ft. lb/min	وات Watts	سعرحرارى/ق Kcal/min	كيلوچول/ق KJ/min
حصان	١,٠٠٠	٤,٥٦٤,٠	٣٣,٠٠٠	٧٤٥,٧	١٠,٦٩٤	٤٤,٧٤٣
كيلوجرام متر/ دقيقة	٠,٠٠٠٢١٩	١,٠	٧,٢٣٣	٠,١٦٣٤٥	٠,٠٠٢٣٤	٠,٠٠٩٨٠٦٨
قدم - رطل / دقيقة	٠,٠٠٠٠٣	٠,١٣٨٣	١,٠	٠,٠٢٢٦	٠,٠٠٠٣٢٤	٠,٠٠١٣٥٦٢
وات	٠,٠٠١٣٤١	٦,١١٨	٤٤,٢٣٦	١,٠٠	١,٠١٤٣٣٥	٠,٠٦٠
سعر حراري / دقيقة	٠,٠٩٣٦	٤٢٦,٧٨	٣٠٨٦	٦٩,٧٦٧	١,٠٠	٤,١٨٦٠
كيلو چول / دقيقة	٠,٠٢٢٣٥	١٠١,٩٧	٧٣٧,٣٠	١٦,٦٦٧	٠,٢٣٨٩	١,٠٠

قياس القدرة الهوائية

* معدل إنتاج الطاقة ومستويات القياس :

تعكس نتائج اختبار القدرة الهوائية Aerobic Power معدل إنتاج الطاقة من خلال عمليات التمثيل الغذائى الهوائى، حيث تم فى هذه الحالة إعادة بناء ATP المركب الكيميائى الغنى بالطاقة عن طريق استهلاك الأكسچين داخل الألياف العضلية، وفى هذه الحالة فإن الوقود الأساسى للطاقة هو المواد الكربوهيدراتية المخزونة فى العضلات والكبد على شكل جليكوچين، أو الموجودة فى الدم على هيئة سكر جولوكوز بالإضافة إلى المواد الدهنية والبروتينات التى تعتبر أساسًا مادة لبناء الجسم ولاتستخدم كمصدر لإنتاج الطاقة إلا فى حالة المجاعات. وهذه المصادر غير المباشرة عند تفاعلها مع الأكسچين تعمل على إعادة بناء مركب ATP الذى ينشطر بدوره لإنتاج الطاقة اللازمة للانقباض العضلى، ويعتمد معدل إنتاج الطاقة فى هذه الحالة على عاملين أساسيين هما :

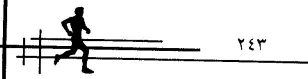
ـ العامل الأول : المقدار الكيميائى للألياف العضلية لاستخدام الأكسچين لإنتاج الطاقة.

ـ العامل الثانى : كفاءة عمليات نقل الأكسچين إلى الألياف العضلية وتشمل الجهاز التنفسى والأوعية الدموية والدم.

وتقاس القدرة الهوائية عادة تبعًا للمستوى المطلوب، فهناك المستوى الأقصى ويعبر عنه بالقدرة الهوائية القصوى[١]، ويطلق عليه أحيانًا «قمة القدرة الهوائية»[٢]، كما يطلق عليه عدة مصطلحات أخرى «مثل الحد الأقصى الإرادى لاستهلاك الأكسچين» [٣]، «سعة العمل الهوائى» [٤].

كما تقاس القدرة الهوائية فى المستوى الأقل من الأقصى ويطلق عليها «عتبة اللاكتيك»[٥] أو «العتبة الفارقة اللاهوائية»[٦].

(1) Maximal Aerobic Power.
(2) Peak Aerobic Power.
(3) Maximum Voluntary Oxygen Consumption.
(4) Aerobic Work Capacity.
(5) Lactic Threshold.
(6) Anaerobic Threshold.



فسيولوجية الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين

تعتبر القدرة الهوائية القصوى هى الحد الأقصى للأكسچين الذى يمكن للجسم استهلاكه، والذى يحصل عليه الجسم من خلال الهواء الخارجى ويوجهه إلى العضلات التى تقوم باستهلاكه، ويعبر عنه بالحجم الأقصى للأكسچين الذى يمكن أن يستهلكه الجسم فى وحدة زمنية معينة (عادة خلال دقيقة)، ويتم ذلك من خلال أداء جهد بدنى معين، وتستخدم لذلك عضلات الجسم الكبيرة مع زيادة المقاومة تدريجيًا حتى وصول الفرد إلى حالة التعب، وعادة ما يأخذ الرمز Vo_{2max} حيث :

V = تعبر عن حجم الأكسچين خلال الدقيقة.

O_2 = تعبر عن الأكسچين.

max = تعبر عن الحد الأقصى.

وعادة ما يكتب الحجم المطلق باللتر فى الدقيقة (لتر/دقيقة) أو (ل/ق)، وأحيانًا ينسب إلى وزن الجسم بالكيلوجرام، فيكون الناتج عبارة عن عدد الملِّيلترات من الأكسچين المستهلك لكل كيلوجرام من وزن الجسم خلال وحدة زمنية هى الدقيقة، أى ملِّيلتر/كيلوجرام / دقيقة أو (مل/كجم/ق).

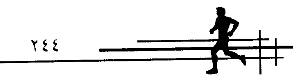
وعادة لاتستطيع العضلات العمل بدون الأكسچين لفترة طويلة، إذ بعد مرور ١٠ ثوان يبدأ استهلاك الأكسچين فى المساهمة لإنتاج الطاقة، وكلما زادت شدة الحمل زاد معدل استهلاك الأكسچين حتى وصول الفرد إلى بعض العلامات الفسيولوجية التى تعبر عن وصول الفرد إلى أقصى استهلاك للأكسچين .. وهذه العلامات تتلخص فيما يلى :

١ - عدم زيادة استهلاك الأكسچين بالرغم من زيادة شدة الحمل البدنى.

٢ - زيادة معدل القلب عن ١٨٠ - ١٨٥ ضربة / دقيقة.

٣ - زيادة نسبة التنفس RQ عن ١,١.

٤ - لايقل تركيز حامض اللاكتيك عن ٨٠ - ١٠٠ ملليجرام ٪.



ويلاحظ أنه حتى مرحلة البلوغ ١٢ ـ ١٤ سنة لاتوجد فروق بين الذكور والإناث فى مقدار الحد الأقصى المطلق، ولكن بعد هذه المرحلة يقل الحد المطلق لدى الإناث عن الذكور بمقدار ٢٥ ـ ٣٠٪، ويصل الإنسان إلى أعلى مستوى له فى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين فى عمر ١٨ ـ ٢٠ سنة، ثم يقل بعد ذلك تدريجياً مع زيادة العمر حتى يصل فى عمر ٦٠ ـ ٧٠ سنة إلى حوالى ٧٠٪ من مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين فى عمر ٢٠ ـ ٣٠ سنة.

ويرجع اختلاف الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين عادة بين الجنسين أو بين الأطفال والكبار إلى اختلاف هذه الفئات فى وزن الجسم، ولذلك يقل الفرق بين الذكور والإناث عند مقارنة الحد الأقصى النسبى عنه فى الحد الأقصى المطلق الذى يتأثر بوزن الجسم فتقل الإناث بمقدار ١٥ ـ ٢٠ ٪ بالنسبة للحد النسبى، بينما تقل بمقدار ٢٥ ـ ٣٠٪ بالنسبة للحد المطلق.

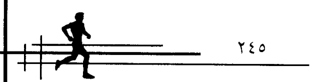
يستهلك الجسم أثناء الراحة عادة ٢٠٠ ـ ٣٠٠ ملّيلتر أكسجين / دقيقة، وهناك حد معين لاستهلاك الأكسجين لايمكن أن يزيد عنه الإنسان، ويختلف هذا الحد من إنسان لآخر تبعًا لنوع التدريب الرياضى الذى يمارسه، ولكى يبلغ الإنسان الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين فإنه يجب أن يستمر فى أداء العمل لفترة لاتقل عن ٣ دقائق.

ويتراوح الحد الأقصى لدى غير الرياضيين ٢,٥ ـ ٣ لتر/دقيقة، بينما يبلغ لدى لاعبى التحمل Endurance حوالى ٦ لتر/دقيقة، أى حوالى ٤٠ ملّيلتر/كجم/دقيقة لغير الرياضيين، ٨٠ ـ ٩٠ ملّيلتر/ كجم/ دقيقة للرياضيين.

ويعتبر الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين هو قدرة الإنسان على أداء عمل عضلى اعتمادًا على استهلاك الأكسجين أثناء العمل مباشرة، ويعتبر مؤشرًا لكثير من العمليات الفسيولوجية والتى يمكن تلخيصها فيما يلى :

١ ـ كفاءة الجهازين الدورى والتنفسى فى توصيل هواء الشهيق إلى الدم.

٢ ـ كفاءة عمليات توصيل الأكسجين إلى الأنسجة، ويرتبط ذلك بحجم الدم، عدد الكرات الحمراء، تركيز الهيموجلوبين ومقدرة الأوعية الدموية على تحويل سريان الدم من الأنسجة غير العاملة إلى العضلات العاملة.



٣ ـ كفاءة العضلات فى استهلاك الأكسجين، أى كفاءة عمليات التمثيل الغذائى وإنتاج الطاقة.

اختيار الاختبار المناسب وشروط التطبيق :

هناك العديد من اختبارات الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين، واختيار الأنسب منها يتوقف على عدة اعتبارات منها :

١ ـ الوقت الذى يستغرقه تنفيذ الاختبار.

٢ ـ مدى تأهيل القائم بالاختبار.

٣ ـ عدد المختبرين.

٤ ـ تكاليف الأجهزة المستخدمة.

٥ ـ التناسب مع السن والجنس ووزن الجسم.

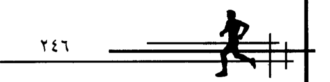
كما أن هناك عدة اعتبارات يجب مراعاتها عند تطبيق اختبارات الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين أهمها :

١ ـ ارتداء الملابس المناسبة.

٢ ـ الالتزام بتعليمات التغذية فى فترة ما قبل الاختبار، إذ يجب عدم تناول الطعام قبل الاختبار مباشرة من ٢ ـ ٣ ساعات على الأقل، وكذلك عدم تناول المنبهات أو الكحوليات قبل الاختبار.

٣ ـ مراعاة الراحة التامة للمختبر، وتكون من ٥ ـ ١٥ دقيقة قبل سحب الدم إذا تطلب الأمر ذلك، ويستريح المختبر من ٢٠ ـ ٣٠ دقيقة بعد سحب الدم وقبل أداء الاختبار.

٤ ـ مراعاة درجة الحرارة، وحسب توجيهات منظمة الصحة العالمية (WHO) يجب أن تكون درجة الحرارة ١٨ ـ ٢٢ سنتجراد (٦٤ ـ ٧٢ فهرنهيت). وتكون نسبة الرطوبة أقل من ٦٠٪، ويجب عدم تنفيذ الاختبار إذا انخفضت درجة حرارة الغرفة تحت ١٠ درجات سنتجراد (٥٠ فهرنهيت).



٥ ـ مراعاة الإيقاع الحيوى للجسم وتأثيره على وظائف أعضاء الجسم.

٦ ـ تجنب أداء مجهود بدنى كبير قبل الاختبار بفترة ٢٤ ساعة على الأقل.

الطرق المباشرة وغير المباشرة لقياس الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين

١ ـ طريقة القياس المباشر للسعرات الحرارية :

تستخدم هذه الطريقة لقياس إنتاج الطاقة مباشرة عن طريق الحرارة التى ينتجها الجسم من خلال عمليات التمثيل الغذائى، غير أن هذه الطريقة تحتاج إلى غرف مجهزة وخاصة ما يتعلق بدرجة الحرارة. وتسمى هذه الطريقة Direct Calorimetry، وهى تحتاج إلى إمكانيات باهظة التكاليف مما يصعب استخدامها عمليًا.

٢ ـ طريقة القياس غير المباشر للسعرات الحرارية :

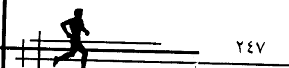
نظرًا لارتباط عمليات التمثيل الغذائى لإنتاج الطاقة باستهلاك الأكسچين وإخراج ثانى أكسيد الكربون، فإن ذلك يعنى ارتباط مقدار الطاقة الناتجة بمقدار استهلاك الأكسچين اللازم لها، وهذه الغازات يمكن جمعها وقياسها لتحديد مقدار الطاقة الناتجة عن الجسم، وتسمى هذه الطريقة بالطريقة غير المباشرة Indirect Calorimetry، وهذه الطريقة هى الشائعة الاستخدام عادة فى مجال القياسات والاختبارات الفسيولوجية.

وتنقسم الطريقة المباشرة إلى طريقتين: إحداهما تسمى طريقة الدائرة المغلقة لتحليل الغاز، والثانية تسمى طريقة الدائرة المفتوحة لتحليل الغاز، وفيما يلى شرح الطريقتين:

أ ـ طريقة الدائرة المغلقة لتحليل الغاز [1]:

وفى هذه الطريقة يقوم الشخص باستنشاق الأكسچين خلال القناع والأنبوبة الموصلة له، ويتم طرد الزفير من خلال أنبوبة أخرى، وبحساب مقدار الأكسچين الناقص يمكن تحديد مقدار الأكسچين الذى استهلكه الفرد.

(1) Closed - Circuit Method for Gas Analysis.



ب - طريقة الدائرة المفتوحة لتحليل الغاز [1]:

وهى الطريقة شائعة الاستخدام بين الباحثين فى مجال التربية البدنية والرياضة، وهى أكثر دقة من طريقة الدائرة المغلقة، وتبلغ النسبة المئوية لأخطاء القياس فى هذه الطريقة ١٪ مقابل ١٠٪ فى طريقة الدائرة المغلقة.

تتطلب هذه الطريقة أن يقوم الشخص باستنشاق هواء الشهيق من الهواء الجوى مباشرة خلال فترة أداء الحمل البدنى، حيث إن نسب تركيز مكونات الهواء الجوى تظل دائما ثابتة وهى :

- أكسچين ٢٠,٩٣ ٪.
- ثانى أكسيد الكربون ٠,٠٣ ٪.
- النيتروجين ٧٩,٠٤ ٪.

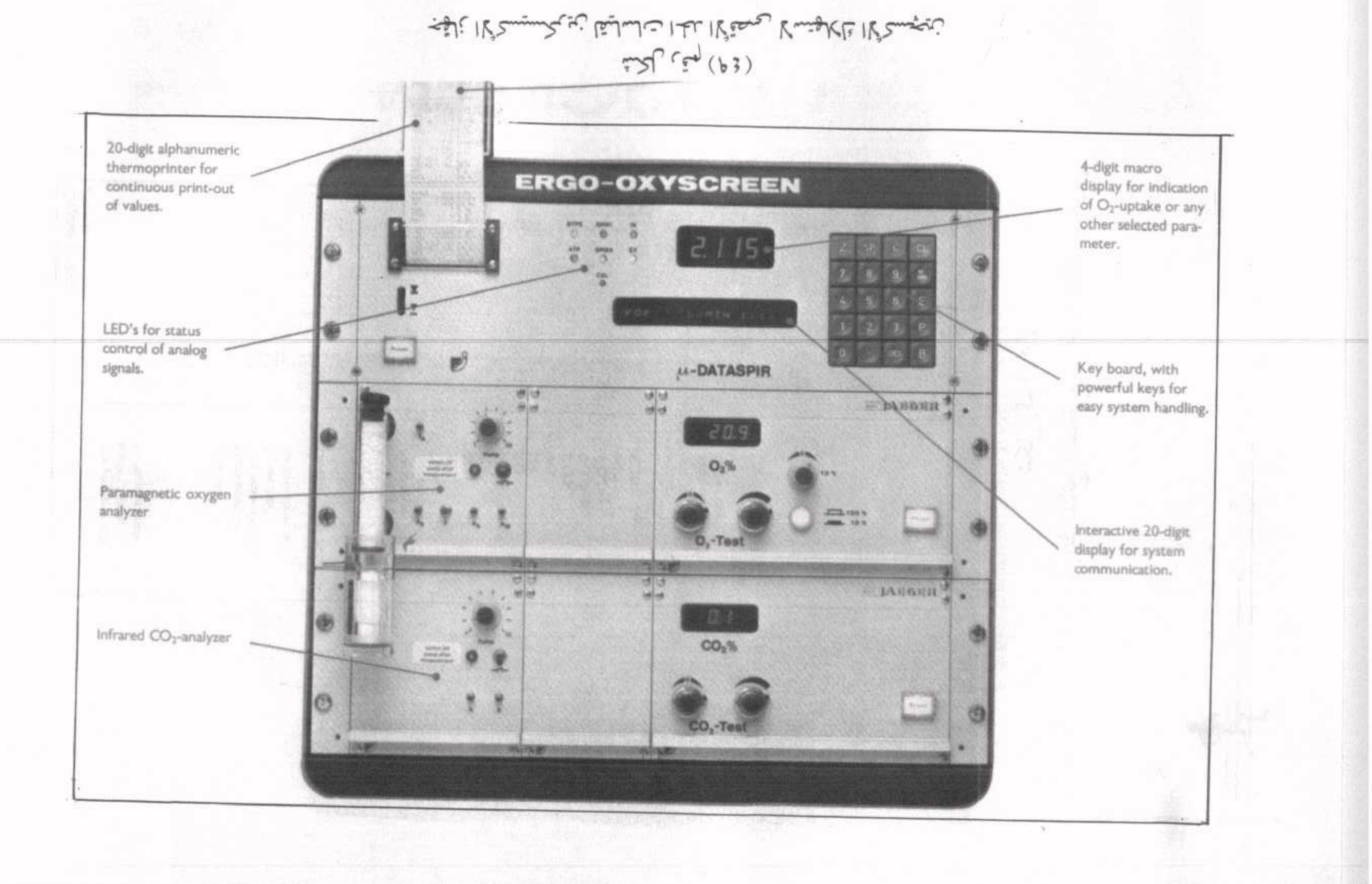
وعن طريق تحليل هواء الزفير بيوكيمائيًا Biochemically أو إلكترونيًا Elec-tronically ومقارنته بالنسب المعروفة لتركيب الهواء الجوى يمكن تحديد الأكسچين المستهلك.

الشكل رقم (٤٩) يوضح أحد نماذج أجهزة قياس الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين وهو جهاز الأكسيسكرين Oxyscreen.

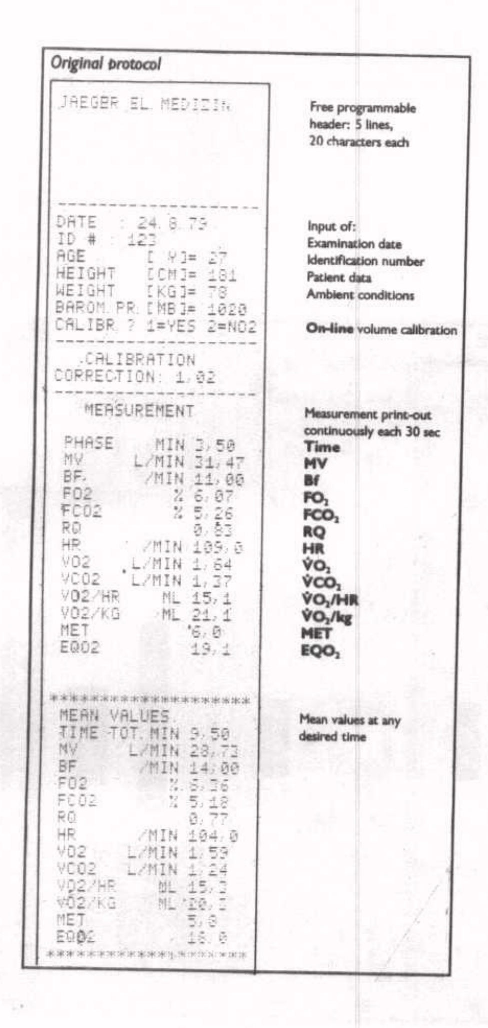
والشكل رقم (٥٠) يوضح نموذجا لشريط النتائج المستخرج من اختبار جهاز الأكسيسكرين لقياس الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين.

---

(1) Open - Circuit Method for Gas Analysis.



شكل رقم (٤٩)
جهاز الأكسيسكرين لقياسات الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين



Original protocol

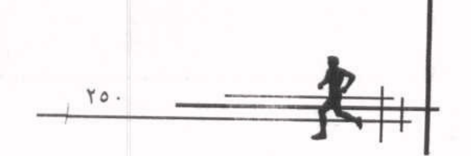
```
JAEGER EL. MEDIZIN
--------------------
DATE  : 24.8.79
ID #  : 123
AGE        [ Y]= 27
HEIGHT    [CM]= 181
WEIGHT    [KG]= 78
BAROM. PR. [MB]= 1020
CALIBR. ? 1=YES 2=NO2
--------------------
 .CALIBRATION
CORRECTION: 1,02
--------------------
  MEASUREMENT

PHASE      MIN 3,50
MV       L/MIN 31,47
BF.       /MIN 11,00
FO2          % 6,07
FCO2         % 5,26
RQ             0,83
HR        /MIN 109,0
VO2      L/MIN 1,64
VCO2     L/MIN 1,37
VO2/HR      ML 15,1
VO2/KG      ML 21,1
MET            6,0
EQO2           19,1

**********************
MEAN VALUES.
TIME TOT. MIN 9,50
MV      L/MIN 28,73
BF       /MIN 14,00
FO2         % 6,36
FCO2        % 5,18
RQ            0,77
HR       /MIN 104,0
VO2     L/MIN 1,59
VCO2    L/MIN 1,24
VO2/HR     ML 15,3
VO2/KG     ML 20,3
MET           5,8
EQO2          18,0
**********************
```


شكل رقم (٥٠)

نموذج شريط النتائج المستخرج من جهاز الأكسيسكرين



أجهزة أداء الأحمال البدنية المقننة [1]

عند أداء الاختبارات الفسيولوجية يتطلب الأمر أن يقوم المختبر بأداء أحمال بدنية معينة لدراسة مدى استجابة الجسم لأداء هذه الأحمال أو لقياسات إنتاج الطاقة، ويستخدم لذلك جهاز الدراجة الأرجومترية Ergometer Cycle والسير المتحرك Treadmill، وقد تطورت هذه الأجهزة فى الفترة الأخيرة تطورًا كبيرًا مما يتطلب معه استعراض البعض منها :

١ ـ الدراجة الأرجومترية Cycle Ergometer :

ظل جهاز الدراجة الأرجومترية وسيلة رئيسية للقياس لفترة طويلة، كما أنها مازالت تستخدم حتى الآن فى المجال الطبى والدراسات العلمية. انظر الشكل رقم (٥١ ـ أ).

وتتكون كلمة أرجوميتر من مقطعين، أولهما «أرجو Ergo» وتعنى شغل Work، والمقطع الثانى «ميتر Meter» وتعنى قياس Measure. ويمكن بناء على ذلك تقنين الحمل البدنى المستخدم على الأرجوميتر بواسطة تحديد معدل التبديل ودرجة الشدة أو المقاومة وزمن الأداء، وهذا يسهل توحيد مقدار الحمل البدنى مما يسمح بإجراء القياسات والاختبارات الفسيولوجية.

*** أنواع المقاومات فى الدراجة الأرجومترية :**

وهناك أربعة أنواع من المقاومات المستخدمة فى الأرجوميتر هى :

١ ـ الاحتكاك الميكانيكى.

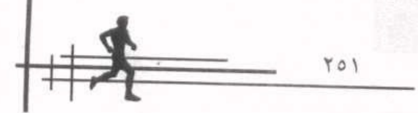
٢ ـ المقاومة الكهربائية.

٣ ـ مقاومة الهواء.

٤ ـ مقاومة السائل المتحرك.

وفيما يلى وصف تفصيلى لكل هذه الأنواع.

(1) Wilmore. T. H., and Costill. D. L., (1994) : Physiology of Sport and Exercise, Human Kinetics.Publishers, Inc., Champaign, Illinois,



(أ) أجهزة الاحتكاك الميكانيكى Michanical Friction :

يعتمد جهاز الأرجومـيتر الميكانيكى على درجة احتكاك حزام جلدى بالإطار المعدنى الأمامـى للدراجة، حيث تزداد المقاومـة أو تقل تبعًا لدرجة تضـييق ضغط الحزام حـول الإطار، أو تقليل هذا الضـغط مما ينعكس على مقـاومة البـدال أثناء التبديل. هذا ويجب المحافظة على معدل سـرعة التبديل أثناء العمل، وتظل سرعة التبديل ثابتة طوال فترة العمل.

ومثـال على ذلك جهـاز مونارك Monark. انظـر الشكـل رقم (٥١ ـ ب) (The Monark Bicycle Ergometer).

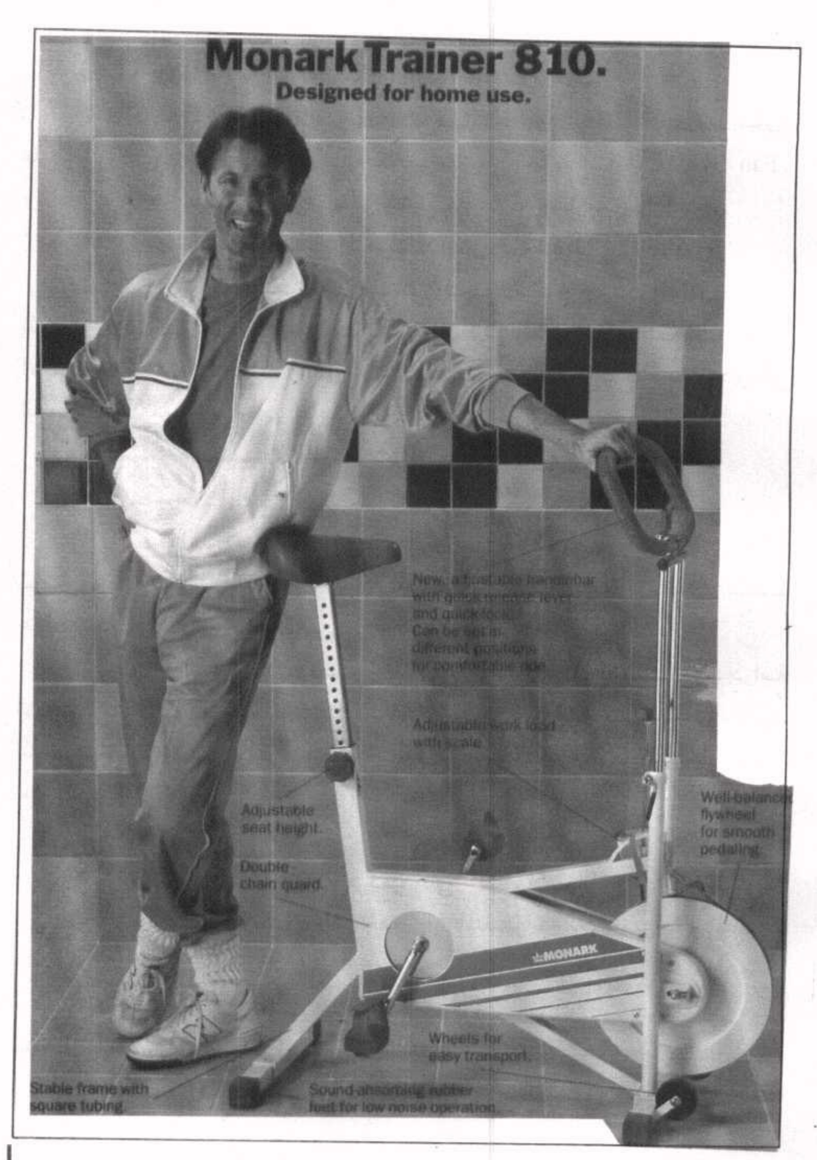
(ب) أجهزة المقاومة الكهربائية Electrical Resistance :

يتم ضـبط المقاومة فى هـذا النوع من الأجهزة عـن طريق موصل كهـربائى يتحرك خلال حقل مغناطيسى أو مغناطيس كهربى Electromagnetic، وتحدد قوة الحقل المغناطيسـى درجة مقاومة البدال، حـيث تزداد المقاومة تلقائيًـا إذا انخفضت سرعة التبديل والعكس، حيث تقل المقاومـة تلقائيًا مع زيادة سرعة التبديل، وهذا الجهاز لايتطلب الحفاظ على سرعة تبديل ثابتة.



شكل رقم (٥١ ـ أ)
أحد نماذج الأرجوميتر





شكل رقم (٥١ ـ ب)

دراجة مونارك الأرجومترية

(جـ) **أجهزة مقاومة الهواء** Air Resistance :

تستخدم هذه الأجهـزة للتدريب أكثر منها لأغراض القياس، ويعـتمد الجهاز على إطار كبـير الحجم يحتـوى على مجموعـة من أجنحة المراوح Fan Blades، وهذه المروحيات تحتك مع الهواء عند التبديل مما يعكس المقاومة على البدال.

(د) **أجهزة مقاومة السائل المتحرك** Hydraulic Fluid Resistance :

تستطيع الأجـهزة المستخدمـة للسائل المتحـرك إنتاج قدرة ثابتة للمـقاومات المختلفة تبعًا لمعـدل التبديل، إذ عند التبديل يتحرك السائل خلال فتـحات مختلفة الاتساع مما يسـمح باختلاف المـقاومة عند التـبديل، فالفـتحات الأكـبر تؤدى إلى انخفاض المقاومة، والفتحات الأصغر تؤدى إلى ارتفاع المقاومة.

*** مميزات وسلبيات استخدام الدراجة الأرجومترية :**

(أ) المميزات :

١ ـ الجزء العلوى من الجسم يظل بدون حركة أثناء التبديل بالرجلين، وهذا يسمح بـزيادة عامل الدقة فـى أخذ القيـاسات مـثل ضغط الدم، وكـذلك سحب عينات الدم أثناء أداء الحمل البدنى.

٢ ـ معـدل التبديل لايـرتبط بوزن الجسم، وهذا أمر له أهمـيتـه عند دراسة الاستجابات الفسـيولوجية للحمل البدنى المقنن، بعكس الحال عند اسـتخدام السير المتحـرك حيث يتطلب ذلك اسـتخـدام الوزن لتحـديد سرعة ودرجـة ميل السـير المتحرك أثناء الاختبار.

(ب) السلبيات :

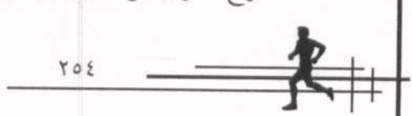
١ ـ العمل العـضـــلى كـله مركـز على عضـــلات الرجلين التى قد تصل إلى مرحلة التـعب قبل وصـول الشـخص إلى المتغـيرات الفـسيولوجـية المطلوب قياسها.

٢ ـ تركيز العمل العضلى على عضلات الرجلين يؤدى إلى صعوبة فى عودة الدم إلى القلب.

(٣) العـضلات المسـتخـدمة فـى العمل أقل منهـا عند العـمل على السيـر المتحرك.

*** أنواع خاصة من الأرجوميتر :**

هناك أنواع أخرى من أجهزة قياس الشغل الأرجومترية مجهزة بحيث تسمح



بأداء الاختبارات وفقًا لطبيعة العمل العضلى المميز للنشاط الرياضى التخصصى منها ما يلى :

١ ـ أرجوميتر الذراع Arm Ergometer :

يكون التبديل فى هذا النوع من الأرجوميتر باستخدام اليدين، ويستخدم لاختبار الرياضيين (أو غير الرياضيين) الذين يعتمدون بشكل أساسى على عضلات الذراعين والكتفين فى الأنشطة البدنية مثل السباحة، انظر الشكل رقم (٥٢).

٢ ـ أرجوميتر التجديف Rowing Ergometer :

المجدفون يستخدمون الذراعين والرجلين بشكل فعال لذلك صمم لهم خصيصًا أرجوميتر يتميز بأنه يوفر نفس المسارات الحركية المستخدمة فى رياضة التجديف، انظر الشكل رقم (٥٣ ـ أ) وقارن المسار الحركى مع الشكل رقم (٥٣ـ ب).

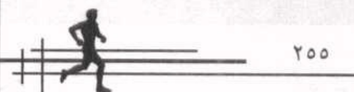
٣ ـ السباحة المقيدة Tethered Swimming :

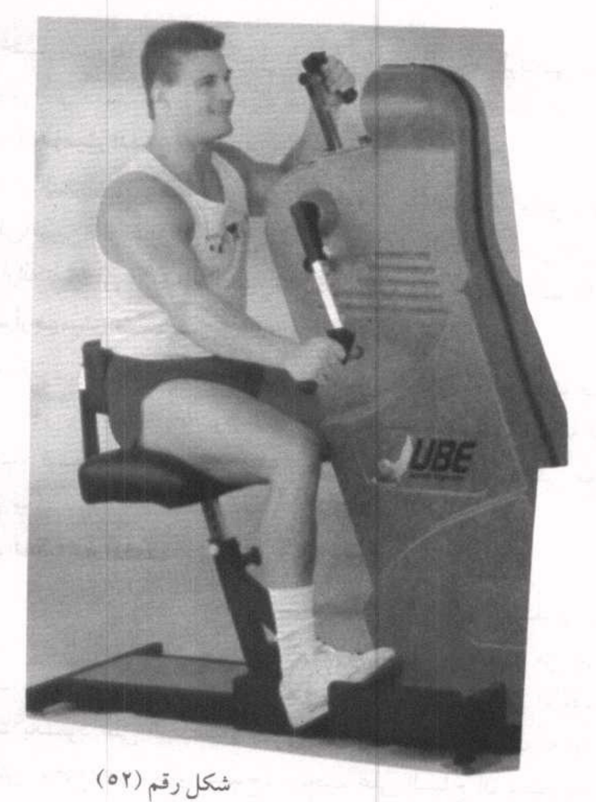
يستخدم فى هذا الجهاز حزام يثبت فى جذع السباح ويقيد بواسطة حبل خاص يتجه من خلف السباح فى اتجاه الرجلين إلى الحلقة ليمر من أسفل بكرة مثبتة بقرب حافة حوض السباحة ليمر من أسفلها إلى أعلى فى الاتجاه الأمامى حيث يثبت بعمود على الضفة الأخرى للحوض بحيث يثبت به أوزان تبعًا للمقاومة التى توضع على عاتق السباح، ويجب على السباح أن يسبح بسرعة أكبر كلما زادت المقاومة للمحافظة على وضع الجسم فى الماء، وبالطبع ستكون السباحة مقيدة فى المكان، انظر الشكل رقم (٥٤).

٤ ـ السباحة فى القناة الصناعية Swimming Flume :

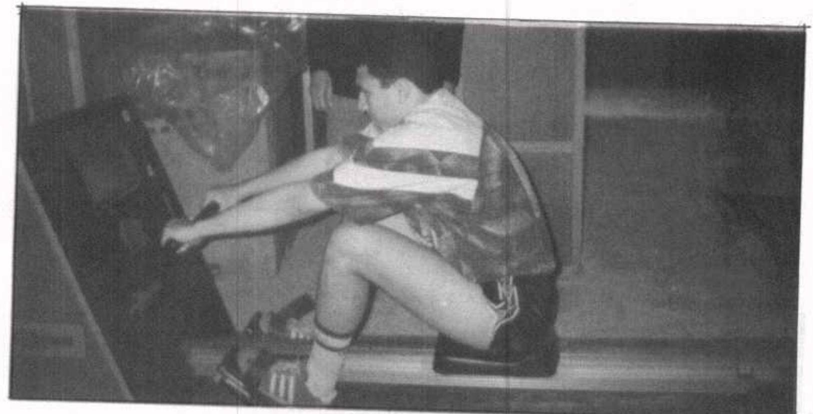
تتميز هذه الطريقة بأنها تسمح للسباح بأن يسبح بطريقة أكثر تشابها لطريقته فى السباحة العادية.

تجهز هذه القناة الصناعية بحيث يمكن أن تدفع الماء فى الاتجاه العكسى لاتجاه سباحة السباح، الذى يحاول بدوره المحافظة على وضع جسمه. وتتم حركة الماء بواسطة مضخات يمكن التحكم فى قوة دفعها للماء بالزيادة أو النقصان تبعًا لاختلاف سرعة السباح. غير أن هذه القنوات باهظة التكاليف، انظر الشكل رقم (٥٥).





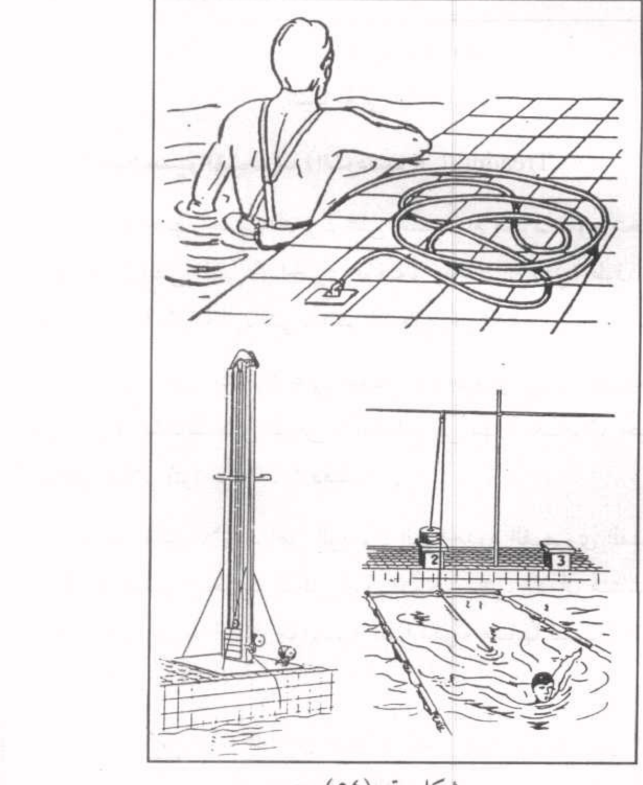
شكل رقم (٥٢)
أحد نماذج الأرجوميتر اليدوى



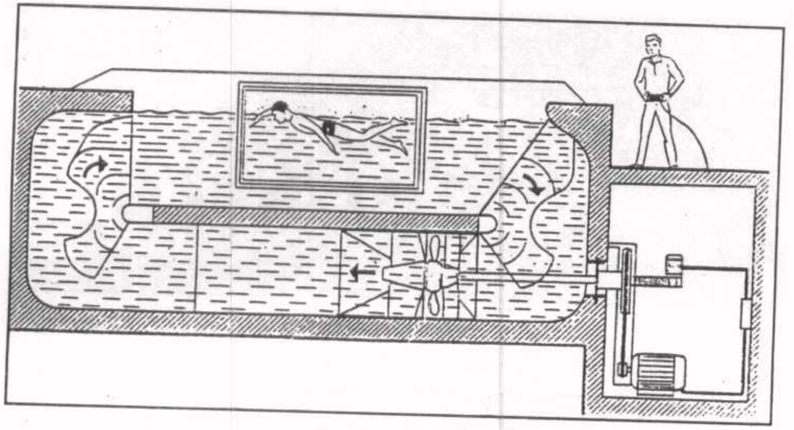
شكل رقم (٥٣ ـ أ)
أحد نماذج أرجوميتر التجديف



شكل رقم (٥٣ ـ ب)
التجديف (الروينج ـ قارب ثمانى)



شكل رقم (٥٤)
السباحة المقيدة



شكل رقم (٥٥)
السباحة فى القناة الصناعية

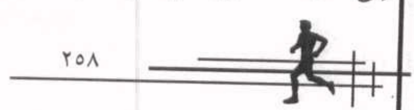
٢ ـ السير المتحرك (التردميل) Treadmill :

يعتمد جهاز السير المتحرك على استخدام محرك يقوم بتحريك سير كبير يستطيع الشخص المشى أو الجرى فوقه، ويجب أن يكون طول السير المتحرك وعرضه مناسبًا لحركة الرياضى، انظر الشكل رقم (٤٨ ـ شكل سابق).

ويتميز السير المتحرك على جهاز الأرجوميتر فى أنه يعتمد على المشى أو الجرى، وهو نشاط بدنى طبيعى لايحتاج إلى مهارة خاصة، حيث يتعود عليه الشخص خلال فترة من ١ ـ ٢ دقيقة.

كما يمكن للأشخاص الوصول إلى الحدود القصوى الفسيولوجية عند استخدام السير المتحرك بشكل يفوق الأرجوميتر، إلا أن متسابقى الدراجات يتفوقون عند استخدام الأرجوميتر؛ نظرًا لكونه مشابهًا لطبيعة نشاطهم الرياضى انظر الشكل رقم (٥٦).

وبالرغم من ذلك فإنه من سلبيات السير المتحرك أنه غالى السعر، بالإضافة إلى حجمه الكبير نسبيًا، واحتياجه الدائم إلى مصدر كهربائى، ويصعب إجراء



قياسات دقيقة للمختبر عليه مثل قياس ضغط الدم أو معدل النبض، وذلك أثناء العمل نتيجة الضجة الناتجة عن عمل الجهاز، كما يصعب سحب عينات الدم عند العمل على جهاز السير المتحرك.

٣ ـ الأجهزة المدعومة بالكمبيوتر

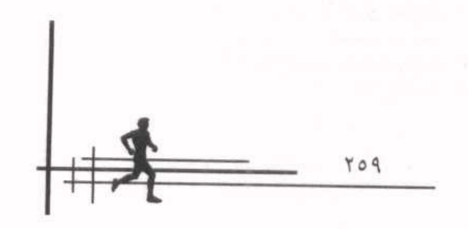
: Computerized Instrumentation

أمكن حاليًا استخدام أجهزة أرجوميتر وتردميل لقياس الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين مزودة بالكمبيوتر، ولقد ساهم ذلك فى زيادة دقة وفعالية قياسات إنتاج الطاقة وعمليات التمثيل الغذائى، ويقوم الكمبيوتر فى هذه النوعية بالعمل إلى جانب مالا يقل عن ثلاثة أجهزة أخرى هى :

- جهاز لتوصيل تيار الهواء من المختبر.
- جهاز قياس لتسجيل حجم تيار الهواء.
- جهاز لتحليل غازات الأكسچين وثانى أكسيد الكربون.

ويعمل جهاز الكمبيوتر المبرمج لتنفيذ جميع الحسابات المطلوبة بناء على الإشارات الإلكترونية التى يستقبلها، ويمكن فى هذه الحالة أن تظهر فى شكل مطبوع أو رسم بيانى جميع البيانات الخاصة بالمختبر فى نفس وقت العمل وخلال فترة الاستشفاء.

هذا وقد ظهرت أجهزة أخرى تشمل قياس ضغط الدم ومعدل القلب بطريقة آلية، كما تقوم بتنظيم السرعة وفترة دوام العمل وشدة الحمل البدنى على السير المتحرك أو الدراجة الأرجومترية.





شكل رقم (٥٦)

لاعبو الدراجات يتفوقون على أقرانهم عند استخدام الأرجوميتر

الطرق المباشرة لقياس القدرة الهوائية

Methods of Directly Assessing Aerobic Power

هناك ثلاث طرق عامة لاختبار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين هى :

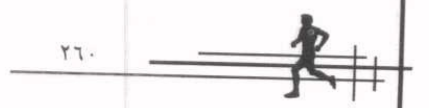
١ ـ السير المتحرك Treadmill سواء باستخدام المشى أو الجرى.

٢ ـ دراجة قياس الجهد Bicycle Ergometer.

٣ ـ اختبار الخطو Step Bench.

هذا، ويلاحظ أن النتائج على اختبارات السير المتحرك تكون معدلاتها أعلى منها عند استخدام الوسائل الأخرى بمقدار ٥ ـ ١٠٪ تقريباً (١).

(1) Hermansen. L., and Saltin. B., (1969) : Oxygen Uptake During Maximal Treadmill and Bicycle Exercise, J. Appl. Physiol., 26 (1) : 31 - 37.



ويرجع السبب فى ذلك إلى حجم الكتلة العـضلية النشطة والتى تكون أكبر فى حالة الجـرى على السير المتحـرك، بالإضافة إلى عامل آخـر هو حدوث تعب موضـعى عند العمل على الدراجـة نتيجـة تركيز العـمل العضلى على عـضلات الفخـذ، وقد يؤدى هذا التـعب إلى إعاقة اسـتمـرارية العمل حـتى الوصول إلى مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين.

وتعتمد نظرية القياس على الدراجة الأرجومترية Cycle Ergometer على أن تبديلة بدال الدراجة لدورة كاملة واحدة يعادل تحريك نقطة ثابتة على الإطار لمسافة ستة أمتار (يبلغ محيط الإطار ١,٦ متـرًا) . . ، وفى حالة استخدام جهاز المترونوم Metronome لتنظيم توقيت الأداء بمعدل ١٠٠ دقة فى الدقيقة يقوم المختبر خلالها بأداء ٥٠ تبديلة فى الدقـيقة، وهذا الجهد يطلق عليـه كيلوبوند (Kilopond (KP)، أى أن الكيلوبوند هو وحـدة قياس تعـبر عن ٥٠ تبديلة فـى الدقيقـة وهذا يعادل الجـهد المبـذول لتحريك كتـلة كيـلوجرام واحد فى ظروف الجـاذبية الأرضية. وإذا ما أضيفت المسافـة فإن الكيلوبوند هنا يساوى الكيلوبوند الواحد (1 KP) = ٣٠٠ كيلوبوند ـ متر (KP - m) = ٣٠٠ كيلو جرام ـ متر (Kg - m)، أى

الكيلوبوند = ٥٠ تبديلة.

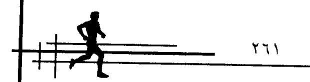
الكيلوبوند ـ متر = ٥٠ × ٦ = ٣٠٠ كيلوبوند ـ متر.

= ٣٠٠ كيلو جرام ـ متر = ٧٢٣ قدم ـ رطل.

وعن طريق الجـدول السابق عـرضه عن التحـويلات يمكن تحـويل وحدات قياس الشغل إلى وحدات قياس الطاقة بالسعرات الحرارية بالكيلوكالورى أو الكيلو چول.

الكيلو كالورى «السعر الحـرارى» = ٣٠٨٦ قدم/ رطل/ دقيقة = ٤٢٦,٧٨ كيلو جرام ـ متر/ دقيقة = ٤,١٨٦ كيلو چول فى الدقيقة.

وفيما يلى نعرض بعض نماذج القياس المباشر للقدرة الهوائية.



أولا ـ اختبارات الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين باستخدام السير المتحرك :

١ ـ اختبار ميتشل وسبرول وشابمان [١]

Mitchell, Sproule and Chapman Test

فى هذا الاختبار يقوم المختبر بالمشى لمدة عشر دقائق بسرعة ثلاثة أميال/ ساعة (٤,٨ كيلو متر/ ساعة) على السير المتحرك بزاوية ١٠٪، هذا الأداء لغرض الإحماء warrn up، وهى كافية لأن تجعل المختبر متكيفًا مع طبيعة العمل على الجهاز، يلى ذلك أداء الاختبار وفقًا للتسلسل التالى :

١ ـ عشر دقائق راحة (بعد الإحماء مباشرة).

٢ ـ الجرى على السير لمدة ٢,٥ دقيقة بسرعة ٦ ميل/ ساعة (٩,٧ كيلو متر/ ساعة) على درجة ميل صفر.

٣ ـ يتم جمع هواء الزفير لتحليله ابتداء من الدقيقة ١,٣٠ إلى ٢,٣٠ من الجرى.

٤ ـ يعطى المختبر عشر دقائق للراحة.

٥ ـ الجرى مرة أخرى بنفس معدل السرعة السابقة، ولكن مع زيادة درجة زاوية السير المتحرك إلى ٢,٥ ٪، والأداء لنفس المدة (٢,٥ ق) مع جمع هواء الزفير.

٦ ـ يستمر تنفيذ هذه العمليات حتى الوصول إلى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين.

٢ ـ اختبار سالتين ـ ستراند [٢] Saltin and Strand Test :

١ ـ يؤدى المختبر فى البداية خمس دقائق تبديل على جهاز الأرجوميتر، يتم قياس معدل القلب Heart Rate واستهلاك الأكسجين خلال الدقيقة الأخيرة،

(1) Mitchell. J., Sproule. B, and Chapman, (1957) : The Physiological Meaning of the Maximal Oxygen in Take Test, J. Clin. Invest. 37 : 538 - 547.
(2) Saltin. B., and Strand. P., (1967) : Maximal Oxygen Uptake in Athlets, J. Appl. Physiol. 23 : 353 - 358.

وتستـخدم هذه البيـانات فى تقدير الحـد الأقصى لاستـهلاك الأكســجين بواسطة استخدام النوموجرام Nomogram.

٢ ـ ومن خلال الجدول رقم (٤٠) يتم تحديد السرعة المناسبة للسير المتحرك، حيث إن الجرى الكامل الجهد سيستمر بين الدقائق ٣ ـ ٧.

مثال : شخص استهلاكه التقديرى للأكـسجين يبلغ ٤٥ ميل/كجم/متر فإن سرعة البداية له على السير المتحرك تكون ٧,٨ ميل/ساعة (١٢,٥ كجم/ساعة)، ودرجة زاوية الميل تكون ٢,٥٪.

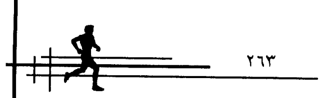
جدول رقم (٤٠)

تحديد حمل الشغل لاختبار سالتين ـ ستراند لقياس القدرة الهوائية القصوى

الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين المقدر ميل/كجم/ق	رجال			نساء		
	السرعة		الدرجة ٪	السرعة		الدرجة ٪
	ميل/ساعة	كم/ساعة		ميل/ساعة	كم/ساعة	
أقل من ٤٠	٦,٢	١٠,٠	٥,٢	٦,٢	١٠,٠	٢,٧
٤٠ ـ ٥٤	٧,٨	١٢,٥	٥,٢	٦,٢	١٠,٠	٥,٢
٥٥ ـ ٧٥	٩,٣	١٥,٠	٥,٢	٧,٨	١٢,٥	٥,٢
أكثر من ٧٥	١٠,٩	١٧,٥	٥,٢	—		—

٣ ـ قبل الجرى يجب أن يمشى المختبر لمدة ١٠ دقائق باستخدام حمل شغل يعادل ٥٠٪ من السرعة التى حددت له لبداية العـمل على السير المتحرك بناء على تقـدير الحد الأقـصى لاستـهلاك الأكـسجـين له والجنس من خـلال النوموجـرام والجدول.

٤ ـ عند الجرى تزاد زاوية مـيل السير المتحـرك إلى ٢,٧ ٪ كل ثلاث دقائق حتى يصل الشخص إلى مرحلة التعب.



٥ - يتم جمع هواء الزفير لمدة دقيقة حينما يصل معدل قلب المختبر ١٧٥ ضربة/ دقيقة.

٣ - اختبار ولاية أوهايو [١] The Ohio State Test (The OSU test) :

هذا الاختبار يشابه اختبار سالتين - استراند، فهو يشمل :

١ - خمس دقائق للإحماء باستخدام المشى على السير المتحرك بسرعة ٣,٥ ميل/ ساعة (٥,٦ كم/ ساعة) على درجة ميل ١٠٪.

٢ - يلى ذلك ٤ - ٨ دقائق جرى حتى التعب، على أن تتراوح سرعة الجرى ما بين ٦ - ٩ ميل/ ساعة (٩,٦ - ١٥ كم/ ساعة) تبعًا لدرجة لياقة الشخص، والتى عادة ما تكون لغير المدربين من الطالبات ٦ ميل/ ساعة، ولغير المدربين من الطلاب ٧,٨ ميل/ ساعة، وللرياضيين ٩,٣ - ١٠,٠ ميل/ ساعة، وفى جميع الحالات تضبط درجة ميل السير المتحرك ٢٪ وتزداد تدريجيًا بمقدار ٢٪ كل دقيقتين.

٣ - يتم جمع هواء الزفير لمدة دقيقة حينما يكون معدل القلب ١٧٥ ضربة/ دقيقة.

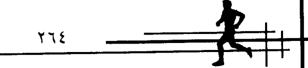
ملحوظة :

يلاحظ أن طريقة زيادة حمل الشغل فى هذه الاختبارات (اختبارات الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين باستخدام السير المتحرك) إما أن تكون غير مستمرة كما فى اختبار ميتشل وسيرول وشابمان أو مستمرة كما فى الاختبارين الآخرين، ونظرًا لعدم وجود فروق فى قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين فى كلتا الطريقتين فيمكن استخدام أيهما ..، إلا أن طريقة عدم استمرارية زيادة الحمل تتطلب وقتًا أطول فيما يجعل طريقة الزيادة المستمرة هى الطريقة المفضلة.

---

(1): - Fox. F., (1975) : Differences in Metabolic Alteration with Sprint Versus Endurance Interval Training, In Howald H., and J. Poortmans (eds.), Metabolic Adaptiation to Prolonged Physical Exercise, Birkhäuser Verlag Basel, Switzerland : pp 119 - 126.

- Camaione .D. N., (1969) : A Comparison Among Three Tests for Measuring Maximal Oxygen Consumption, Doctoral Dissertation, The Ohio State University, Columbus.



ثانيًا : اختبارات الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين باستخدام الدراجة Bicycle Tests :

تتميز طريقة استخدام الدراجة لاختبار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين (بصرف النظر عن تميز طريقة السير المتحرك بمقدار الناتج) بأنها أكثر شيوعًا من حيث الاستخدام، ويرجع ذلك إلى :

١ ـ تعتبر أقل تكلفة.

٢ ـ أصبحت الدراجة وسيلة معروفة للجميع.

٣ ـ سهولة الاستخدام مما يجعلها صالحة للاستخدام فى الدراسات الميدانية.

وتنقسم طرق اختبار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين على الدراجة إلى نوعين من حيث أسلوب زيادة حمل الشغل هما :

١ ـ الزيادة غير المستمرة لحمل الشغل.

٢ ـ الزيادة المستمرة لحمل الشغل.

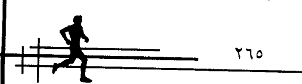
١ ـ طريقة الزيادة غير المستمرة لحمل الشغل Discontinuous Loding :

فى هذا الأسلوب يجب أن تكون سرعة التبديل بمعدل ٦٠ تبديلة فى الدقيقة، وهذه السرعة هى أعلى سرعة لإنتاج الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين مقارنة بمعدلات أخرى مثل ٥٠ ـ ٧٠ ـ ٨٠ تبديلة فى الدقيقة [1].

فى معمل جامعة أوهايو يؤدى الشخص عدة مرات عمل على الدراجة ولمدة خمس دقائق فى كل مرة مع فترة راحة بينية ١٠ دقائق بين التكرارات.

يوضع الحمل الأول بحيث يكون على درجة خفيفة للرجال ما بين ١٢٥ ـ ١٥٠ وات (٧٥٠ ـ ٩٠٠ كجم ـ متر/دقيقة)، وللسيدات ما بين ٧٥ ـ ١٠٠ وات.

(1) Hermansen. L., and Saltin, B., (1969) : Oxygen Uptake During Maximal Treadmill and Bicycle Exercise, J. Appl. Physiol., 26 (1) : 31 - 37.



تتم زيادة حمل الشغل فى كل مرة زيادة تدريجية تبعًا لاستجابة معدل القلب للعمل السابق، فالمعدل الأقل لضربات القلب يتبعه حمل الشغل الأعلى، ويكون مقدار زيادة حمل الشغل للرجال ٥٠ وات، وللسيدات ٢٠ ـ ٣٠ وات (١).

وعادة ما يعتبر الشخص قد وصل إلى مرحلة التعب بعد تكرار ٥ ـ ٦ مرات من العمل عندما لايستطيع الشخص الاستمرار فى العمل لمدة لاتقل عن ثلاث دقائق، وعلى حمل شغل أعلى من الحمل السابق بمقدار ١٠ ـ ١٥ وات.

ويلاحظ أن جمع هواء الزفير يكون فى الدقيقة الأخيرة لكل مرة عمل.

٢ ـ طريقة الزيادة المستمرة لحمل الشغل Continuous Loading :

فى هذا الأسلوب يراعى ما يلى :

- يكون معدل التبديل بواقع ٦٠ تبديلة فى الدقيقة.

- يزداد التحميل تدريجيًا بواقع ٣٠ وات كل دقيقتين حتى لايستطيع الشخص الاستمرار فى العمل، أو حتى تنخفض سرعة التبديل لأقل من ٥٠ تبديلة فى الدقيقة.

- يتم جمع هواء الزفير خلال آخر دقيقة لكل زيادة فى درجات شدة العمل بعد وصول معدل القلب إلى ١٧٥ ضربة/ دقيقة.

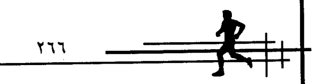
ملاحظات على الطرق المباشرة :

١ ـ السير المتحرك هو أكثر الطرق لإنتاج أعلى قدر للحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين.

٢ ـ يمكن استخدام الزيادة المستمرة أو غير المستمرة للتحميل، حيث لاتوجد فروق فى ناتج الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين.

٣ ـ من المفيد أداء الإحماء للتعود على الجهاز المستخدم من الناحية النفسية والفسيولوچية.

(١) التحويل من وات إلى كيلوجرام متر / دقيقة يتم بالضرب × ٦.



الطرق غير المباشرة لاختبار القدرة الهوائية

Methods of Indirectly Assissing Aerobic Power

نظرًا لصعوبة تنفيذ الطرق المباشرة لاختبار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين، وارتباط ذلك بإمكانية إجهاد المختبر وخطورة ذلك فى بعض الأحيان بالنسبة لبعض الأشخاص، نظرًا لكل ذلك اتجه العلماء إلى الأسلوب غير المباشر لتقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين اعتمادًا على أداء حمل بدنى أقل من الأقصى Submaximal وفيما يلى نعرض بعض نماذج الاختبارات الشهيرة فى هذا المجال.

١ ـ اختبار استراند ـ رهيمنج Astrand and Rhyming Test [1] :

طور استراند ـ استراند Astrand and Astrand مخططا بيانيا Nomogram لتقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين عام ١٩٥٤م لاستخدامه مع الأشخاص الأصحاء (طلاب تربية بدنية) خلال المرحلة السنية من ١٨ ـ ٣٠ سنة، وتقوم فكرة الاختبار واستخدام المخطط البيانى على ما يلى :

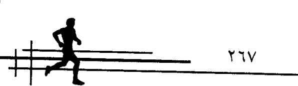
١ ـ أن معدل القلب يزداد زيادة تدريجية خطية تبعًا لزيادة الحمل الأقل من الأقصى على جهاز الدراجة الأرجومترية أو المشى على السير المتحرك أو اختبار الخطوة.

٢ ـ يبلغ الحد الأقصى لمعدل القلب لهؤلاء الأفراد عند أداء الحمل البدنى باستخدام الطرق السابقة ١٩٥ ضربة/دقيقة، غير أن استخدام المخطط البيانى يكون أكثر دقة فى حالة ما يكون معدل القلب عند أداء الحمل البدنى يتراوح ما بين ١٢٥ ـ ١٧٠ ضربة / دقيقة.

٣ ـ يمكن تنفيذ الحمل البدنى باستخدام الدراجة الأرجومترية B om أو السير المتحرك Treadmill أو اختبار الخطوة Step Test.

٤ ـ يراعى تعديل مقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين الناتج عن المخطط البيانى تبعًا لعامل السن، ويستخدم لذلك جدول عامل تصحيح السن

(1) Astrand. P., and Rhyming. I., (1954) : A Nomogram for Calculation of Aerobic Capacity (Physical Fitness) from Pulse Rate During Submaximal Work, J. Appl. Physiol., 7 : 218 - 221.



لتقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين، ويتم ذلك للأشخاص اعتبارًا من ٢٥ سنة فأكثر .

٥ - يمكن استخدام الاختبار أيضًا للأشخاص من كلا الجنسين اعتبارًا من سن ١٥ سنة فأكثر. الجدول رقم (٤١) يمثل عامل تصحيح السن.

جدول رقم (٤١)

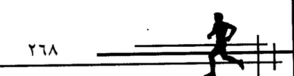
عامل تصحيح السن لتقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين

السن (بالسنة)	عامل تصحيح السن
١٥	١,١٠
٢٥	١,٠٠
٣٥	٠,٨٧
٤٥	٠,٧٨
٥٥	٠,٧١
٦٥	٠,٦٥

خطوات تنفيذ الاختبار :

١ - يجب اختيار وسيلة أداء الحمل البدنى إما بالتبديل على الدراجة الأرجومترية، أو المشى أو الجرى على السير المتحرك، أو باستخدام الخطو فوق المقعد (البنش) بشرط أن يكون معدل القلب يتراوح ما بين ١٢٥ - ١٧٠ ضربة/ دقيقة، وفى حالة استخدام المقعد (البنش) يفضل أن يكون ارتفاعه ٣٣ سم (١٣ بوصة) للإناث، ٤٠ سم (١٦ بوصة) للذكور، على أن يكون معدل الخطو بواقع ٣٠ خطوة/ دقيقة، وفى جميع الأحوال يتم تحديد معدل القلب خلال فترة الدقيقة ٥ - ٦ عند أداء الحمل البدنى.

٢ - يتم استخدام معدل القلب لاستخراج مقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين عن طريق المخطط البيانى بتوصيل خط مستقيم بين معدل



النبض Puls Rate تبعًا للجنس الموجود فى يسار المخطط بما يقابلها فى العمود الأيمن الخاص باستهلاك الأكسجين Vo_2 ليتقاطع مع الخط المائل الذى بين العمودين الأيمن والأيسر وهو الخاص بالحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين Max Vo_2 ، ويتم تحقيق ذلك بتحديد النقطة التى يتقابل معها الخط المستقيم الواصل بين معدل النبض واستهلاك الأكسجين (Vo_2) وفقًا لعدة عوامل هى :

أ ـ فى حالة استخدام اختبار الخطوة يوصل الخط المستقيم بوزن الجسم (Weight Kg).

ب ـ فى حالة استخدام الدراجة الأرجومترية يوصل الخط المستقيم بخط الحمل البدنى (Work Load).

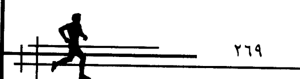
٣ ـ يراعى أن يستمر المختبر فى أداء الحمل البدنى، ويستمر قياس معدل النبض كل دقيقة اعتبارًا من الدقيقة الرابعة حتى يمكن التوصل إلى قياسين متقاربين بما لايزيد عن خمس نبضات فرق بينهما. وإذا لم يحدث ذلك فى القياسين بين الدقيقة الرابعة والخامسة من أداء العمل يستمر القياس كل دقيقة للحصول على ذلك. وعادة ما يتم حساب متوسط معدل النبض فى القياسين لاستخدامه مع المخطط البيانى.

٤ ـ يتم قياس معدل النبض فى الدقيقة من الجدول الخاص بذلك، ويكون القياس عن طريق الجس للشريان السباتى The Carotid Artery أو الشريان الكعبرى The Radial Artery.

٥ ـ يبدأ حساب معدل النبض بالعد خلال آخر ١٥ ـ ٢٠ ثانية لكل دقيقة فى العمل.

٦ ـ يجب إعداد مقعد الدراجة بحيث يكون ارتفاعه مناسبا للفرد، وبحيث يكون هناك انثناء خفيف فى مفصل الركبة عند فرد الرجل.

٧ ـ تعتبر الشدة المناسبة لأداء الحمل البدنى على الدراجة الأرجومترية بالنسبة للإناث ٤٥٠ ـ ٦٠٠ كيلوبوند متر/دقيقة، وللرجال حوالى ٦٠٠ أو ٩٠٠



كيلوبوند/ متـر/ دقيقة، وتعتبر الشـدة المستخدمة مناسبـة إذا وصل معدل النبض ١٣٠ نبضة/دقيقة مع استمرار ثابت فى معدل القلب بعد ذلك.

وفى حالة ما إذا كـان معدل النبض أقل من ١٣٠ نبضة/ دقـيقة يجب زيادة شدة الحمل ٣٠٠ كيلوبوند/دقيقة، وبالنسـبة للأشخاص غير المدربين أو الكبار فى السن تستـخدم شدة منخـفضة حيث يمكن اسـتخدام شـدة تبلغ ٣٠٠ كيلوبوند/ متر/ دقيقة.

٨ - يجب السماح بأداء فترة إحماء بدون مقاومة على الدراجة قبل البدء فى العمل العضلى.

٩ - يستـخدم جهـاز توقيت (مـترونوم) Metronome للحفاظ عـلى معدل سرعة التبديل طوال وقت العمل ٥٠ تبديلة/ دقيقة.

*** جداول استراند :**

فى عام ١٩٦٥ م طور اسـتراند Astrand استخدام جـداول خاصة بدلا من المخطط البيـانى بحيث يمكن معـرفة معدل النبض وشـدة الحمل البدنى المستـخدم على الدراجة الأرجـومترية واسـتخراج الحـد الأقصى لاستـهلاك الأكسـچين من الجدول مباشرة، ووضع جدول خاص للذكور وجدول آخر للإناث.

*** عامل العمر :**

نظرًا لأن الحد الأقصى لاسـتهلاك الأكسچـين يقل تبعًا لزيادة العمـر، فقد وضع استراند - وهيمنج معامل للسن يتم استخـدامه لتصحيح مقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين الناتج عن المخطط البيانى أو الجدول بتحديد معامل العمر من الجدول الخـاص بذلك وضرب الرقم الناتج من الجدول أو المخطط البـيانى فى هذا المعامل؛ ليكون الناتج هو الحد الأقـصى لاستهلاك الأكسچين لهـذا الشخص تبعًا للعمر.

الجدول رقم (٤٢) يوضح تصنيف لياقة الجهاز الدورى التنفسى للجنسين.

الجدول رقم (٤٣) يوضح ناتج الحد الأقصى للاستهلاك الأكسجينى للنساء من معدل القلب، وحمل الشغل على الدراجة الأرجومترية.

الجدول رقم (٤٤) يوضح ناتج الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين للرجال من معدل القلب Heart Rate وحمل الشغل Work Load على الدراجة الأرجومترية Bicycle Ergometer.

٢ ـ معادلة فوكس[١] The Fox Equation :

تعتبر طريقة معادلة فوكس ١٩٧٥م من الطرق الحديثة السهلة لتقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين، وهى تقوم على أساس المعادلة الخطية Linear quation المرتبطة بالطريقة المباشرة لقياس الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بالنسبة لمعدل القلب الأقل من الأقصى المسجل أثناء الدقيقة الخامسة من العمل على الدراجة الأرجومترية بشدة حمل ١٥٠ وات (٩٠٠ كجم ـ متر/دقيقة).

ويستخدم فى ذلك المعادلة التالية :

الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (لتر/دقيقة) =

٦,٣ ـ ٠,٠١٩٣ × معدل القلب الأقل من الأقصى.

Predicted max Vo_2 (Liters per min) =

6.3 - 0.0193 x HR sub.

مثال :

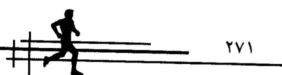
وصل معدل القلب عند العمل على الدراجة الأرجومترية بشدة حمل ١٥٠ وات مقدار ١٦٠ ضربة/دقيقة.

بتطبيق المعادلة :

= ٦,٣ × (٠,٠١٩٣ × ١٦٠)

= ٦,٣ × ٣,٠٩ = ٣,٢١ لتر/دقيقة.

(1) Fox. E., (1975) : A Simple, Accurate Technique for Predicting Maximal Aerobic Power, J. Appl. Physiol., 35 (6) : 914 - 916.



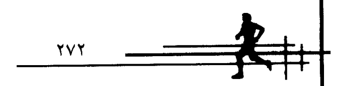
جدول رقم (٤٢)

تصنيف لياقة الجهاز الدورى التنفسى للجنسين

السن (بالسنة)	الحد الأقصى للاستهلاك الأكسجينى (ملّى لتر / دقيقة/ كجم) *				
	منخفض	مقبول	متوسط	جيد	عالى
* النساء :					
٢٠ ـ ٢٩	أقل من ٢٤	٢٤ ـ ٣٠	٣١ ـ ٣٧	٣٨ ـ ٤٨	٤٩ +
٣٠ ـ ٣٩	أقل من ٢٠	٢٠ ـ ٢٧	٢٨ ـ ٣٣	٣٤ ـ ٤٤	٤٥ +
٤٠ ـ ٤٩	أقل من ١٧	١٧ ـ ٢٣	٢٤ ـ ٣٠	٣١ ـ ٤١	٤٢ +
٥٠ ـ ٥٩	أقل من ١٥	١٥ ـ ٢٠	٢١ ـ ٢٧	٢٨ ـ ٣٧	٣٨ +
٦٠ ـ ٦٩	أقل من ١٣	١٣ ـ ١٧	١٨ ـ ٢٣	٢٤ ـ ٣٤	٣٥ +
* الرجال :					
٢٠ ـ ٢٩	أقل من ٢٥	٢٥ ـ ٣٣	٣٤ ـ ٤٢	٤٣ ـ ٥٢	٥٣ +
٣٠ ـ ٣٩	أقل من ٢٣	٢٣ ـ ٣٠	٣١ ـ ٣٨	٣٩ ـ ٤٨	٤٩ +
٤٠ ـ ٤٩	أقل من ٢٠	٢٠ ـ ٢٦	٢٧ ـ ٣٥	٣٦ ـ ٤٤	٤٥ +
٥٠ ـ ٥٩	أقل من ١٨	١٨ ـ ٢٤	٢٥ ـ ٣٣	٣٤ ـ ٤٢	٤٣ +
٦٠ ـ ٦٩	أقل من ١٦	١٦ ـ ٢٢	٢٣ ـ ٣٠	٣١ ـ ٤٠	٤١ +

ملّى لتر/ دقيقة/ كيلوجرام ml/ min/ Kg

* ملّى لتر = ml
* دقيـــــقة = min
* كيلوجرام = Kg

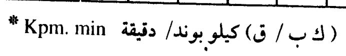


جدول رقم (٤٣)

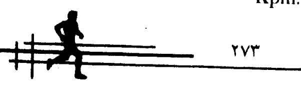
ناتج الحد الأقصى للاستهلاك الأكسجيني للنساء من معدل النبض وحمل الشغل على الدراجة الأرجومترية ... (مستخلص من النوموجرام بواسطة استراند)

النبض	الحد الأقصى للاستهلاك الأكسجينى				
	٣٠٠ ك ب/ق	٤٥٠ ك ب/ق	٦٠٠ ك ب/ق	٧٥٠ ك ب/ق	٩٠٠ ك ب/ق
١٢٠	٢,٦	٣,٤	٤,١	٤,٨	
١٢١	٢,٥	٣,٣	٤,٠	٤,٨	
١٢٢	٢,٥	٣,٢	٣,٩	٤,٧	
١٢٣	٢,٤	٣,١	٣,٩	٤,٦	
١٢٤	٢,٤	٣,١	٣,٨	٤,٥	
١٢٥	٢,٣	٣,٠	٣,٧	٤,٤	
١٢٦	٢,٣	٣,٠	٣,٦	٤,٣	
١٢٧	٢,٢	٢,٩	٣,٥	٤,٢	
١٢٨	٢,٢	٢,٨	٣,٥	٤,٢	٤,٨
١٢٩	٢,٢	٢,٨	٣,٤	٤,١	٤,٨
١٣٠	٢,١	٢,٧	٣,٤	٤,٠	٤,٧
١٣١	٢,١	٢,٧	٣,٤	٤,٠	٤,٦
١٣٢	٢,٠	٢,٧	٣,٣	٣,٩	٤,٥
١٣٣	٢,٠	٢,٦	٣,٢	٣,٨	٤,٤
١٣٤	٢,٠	٢,٦	٣,٢	٣,٨	٤,٤
١٣٥	٢,٠	٢,٦	٣,١	٣,٧	٤,٣
١٣٦	١,٩	٢,٥	٣,١	٣,٦	٤,٢
١٣٧	١,٩	٢,٥	٣,٠	٣,٦	٤,٢
١٣٨	١,٨	٢,٤	٣,٠	٣,٥	٤,١
١٣٩	١,٨	٢,٤	٢,٩	٣,٥	٤,٠
١٤٠	١,٨	٢,٤	٢,٨	٣,٤	٤,٠
١٤١	١,٨	٢,٣	٢,٨	٣,٤	٣,٩
١٤٢	١,٧	٢,٣	٢,٨	٣,٣	٣,٩
١٤٣	١,٧	٢,٢	٢,٧	٣,٣	٣,٨
١٤٤	١,٧	٢,٢	٢,٧	٣,٢	٣,٨
١٤٥	١,٦	٢,٢	٢,٧	٣,٢	٣,٧
١٤٦	١,٦	٢,٢	٢,٦	٣,٢	٣,٧
١٤٧	١,٦	٢,١	٢,٦	٣,١	٣,٦

النبض	الحد الأقصى للاستهلاك الأكسجينى				
	٣٠٠ ك ب/ق	٤٥٠ ك ب/ق	٦٠٠ ك ب/ق	٧٥٠ ك ب/ق	٩٠٠ ك ب/ق
١٤٨	١,٦	٢,١	٢,٦	٣,١	٣,٦
١٤٩		٢,١	٢,٦	٣,٠	٣,٥
١٥٠		٢,٠	٢,٥	٣,٠	٣,٥
١٥١		٢,٠	٢,٥	٣,٠	٣,٤
١٥٢		٢,٠	٢,٥	٢,٩	٣,٤
١٥٣		٢,٠	٢,٤	٢,٩	٣,٣
١٥٤		٢,٠	٢,٤	٢,٨	٣,٣
١٥٥		١,٩	٢,٤	٢,٨	٣,٢
١٥٦		١,٩	٢,٣	٢,٨	٣,٢
١٥٧		١,٩	٢,٣	٢,٧	٣,٢
١٥٨		١,٨	٢,٣	٢,٧	٣,١
١٥٩		١,٨	٢,٢	٢,٧	٣,١
١٦٠		١,٨	٢,٢	٢,٦	٣,٠
١٦١		١,٨	٢,٢	٢,٦	٣,٠
١٦٢		١,٨	٢,٢	٢,٦	٣,٠
١٦٣		١,٧	٢,٢	٢,٦	٢,٩
١٦٤		١,٧	٢,١	٢,٥	٢,٩
١٦٥		١,٧	٢,١	٢,٥	٢,٩
١٦٦		١,٧	٢,١	٢,٥	٢,٨
١٦٧		١,٦	٢,١	٢,٤	٢,٨
١٦٨		١,٦	٢,٠	٢,٤	٢,٨
١٦٩		١,٦	٢,٠	٢,٤	٢,٨
١٧٠		١,٦	٢,٠	٢,٤	٢,٧



(ك ب / ق) كيلو بوند/ دقيقة Kpm. min *



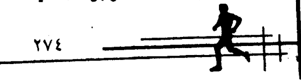
جدول رقم (٤٤)

ناتج الحد الأقصى للاستهلاك الأكسچينى للرجال من معدل النبض وحمل الشغل على الدراجة الأرجومترية ... (مستخلص من النوموجرام بواسطة استراند)

النبض	الحد الأقصى للاستهلاك الأكسچينى ٣٠٠ ك ب/ق	٦٠٠ ك ب/ق	٩٠٠ ك ب/ق	١٢٠٠ ك ب/ق	١٥٠٠ ك ب/ق
١٢٠	٢,٢	٣,٥	٤,٨		
١٢١	٢,٢	٣,٤	٤,٧		
١٢٢	٢,٢	٣,٤	٤,٦		
١٢٣	٢,١	٣,٤	٤,٦		
١٢٤	٢,١	٣,٣	٤,٥	٦,٠	
١٢٥	٢,٠	٣,٢	٤,٤	٥,٩	
١٢٦	٢,٠	٣,٢	٤,٤	٥,٨	
١٢٧	٢,٠	٣,١	٤,٣	٥,٧	
١٢٨	٢,٠	٣,١	٤,٢	٥,٦	
١٢٩	١,٩	٣,٠	٤,٢	٥,٦	
١٣٠	١,٩	٣,٠	٤,١	٥,٥	
١٣١	١,٩	٢,٩	٤,٠	٥,٤	
١٣٢	١,٨	٢,٩	٤,٠	٥,٣	
١٣٣	١,٨	٢,٨	٣,٩	٥,٣	
١٣٤	١,٨	٢,٨	٣,٩	٥,٢	
١٣٥	١,٧	٢,٨	٣,٨	٥,١	
١٣٦	١,٧	٢,٧	٣,٨	٥,٠	
١٣٧	١,٧	٢,٧	٣,٧	٥,٠	
١٣٨	١,٦	٢,٧	٣,٧	٤,٩	
١٣٩	١,٦	٢,٦	٣,٦	٤,٨	
١٤٠	١,٦	٢,٦	٣,٦	٤,٨	٦,٠
١٤١		٢,٦	٣,٥	٤,٧	٥,٩
١٤٢		٢,٥	٣,٥	٤,٦	٥,٨
١٤٣		٢,٥	٣,٤	٤,٦	٥,٧
١٤٤		٢,٥	٣,٤	٤,٥	٥,٧
١٤٥		٢,٤	٣,٤	٤,٥	٥,٦
١٤٦		٢,٤	٣,٣	٤,٤	٥,٦
١٤٧		٢,٤	٣,٣	٤,٤	٥,٥

النبض	الحد الأقصى للاستهلاك الأكسچينى ٣٠٠ ك ب/ق	٦٠٠ ك ب/ق	٩٠٠ ك ب/ق	١٢٠٠ ك ب/ق	١٥٠٠ ك ب/ق
١٤٨		٢,٤	٣,٢	٤,٣	٥,٤
١٤٩		٢,٣	٣,٢	٤,٣	٥,٤
١٥٠		٢,٣	٣,٢	٤,٢	٥,٣
١٥١		٢,٣	٣,١	٤,٢	٥,٢
١٥٢		٢,٣	٣,١	٤,١	٥,٢
١٥٣		٢,٢	٣,٠	٤,١	٥,١
١٥٤		٢,٢	٣,٠	٤,٠	٥,١
١٥٥		٢,٢	٣,٠	٤,٠	٥,٠
١٥٦		٢,٢	٢,٩	٤,٠	٥,٠
١٥٧		٢,١	٢,٩	٣,٩	٤,٩
١٥٨		٢,١	٢,٩	٣,٩	٤,٩
١٥٩		٢,١	٢,٨	٣,٨	٤,٨
١٦٠		٢,١	٢,٨	٣,٨	٤,٨
١٦١		٢,٠	٢,٨	٣,٧	٤,٧
١٦٢		٢,٠	٢,٨	٣,٧	٤,٦
١٦٣		٢,٠	٢,٨	٣,٧	٤,٦
١٦٤		٢,٠	٢,٧	٣,٦	٤,٥
١٦٥		٢,٠	٢,٧	٣,٦	٤,٥
١٦٦		١,٩	٢,٧	٣,٦	٤,٥
١٦٧		١,٩	٢,٦	٣,٥	٤,٤
١٦٨		١,٩	٢,٦	٣,٥	٤,٤
١٦٩		١,٩	٢,٦	٣,٥	٤,٣
١٧٠		١,٨	٢,٦	٣,٤	٤,٣

* (ك ب / ق) كيلو بوند/ دقيقة Kpm. min



٣ ـ اختبار الخطو لكلية كوينز[1]

The Queens College Step Test :

يستـخدم هذا الاختبـار لقياس سعـة الجهاز الدورى لطلاب وطالبـات كلية كوينز بنيويورك، وفى هذا الاختبار يمكن اسـتخدام مدرج ارتفاعه ١٦,٢٥ بوصة للسيدات مع أداء الخطو باسـتخدام توقيت (مترونوم) بمعدل ٨٨ ضـربة/ دقيقة، أو عدد ٢٢ خـطوة كاملة، وبالنسـبة للرجـال يكون التوقـيت (المترونوم) بمـعدل ٩٦ ضربة/ دقيقة، أو ٢٤ خطوة كـاملة فى الدقيقة. هذا وتتم الخطوة الكاملة فى أربع عدات على المترونوم «لأعلى، لأعلى، لأسفل، لأسفل».

بعد عمل نموذج ليراه الطلاب تتم تجـربة الطالب للأداء لمدة ١٥ ثانية لضبط توقيت المتـرونوم، ثم يبدأ الاختبار باسـتمرار العمل لمدة ثلاث دقـائق، وفى نهاية العمل يظل الطالب واقفًا حتى يتم قيـاس معدل النبض على الشريان السباتى Carotid Artery لمدة ١٥ ثانيـة بعد أول خمس ثوان مـن نهاية العمـل، ويتم ضرب عدد النبـضات المحسوب خـلال ١٥ ثانية فى أربعة لاسـتخراج مـعدل النبض فى الدقيقة.

بناء على ما سبق تتم معايرة النتائج تبـعًا للنسب المئوية وتقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين النسبى (ملّى/ كيلوجرام/ دقيقة) من الجدول رقم (٤٩) (عن : Katch & McArdle, 1983) بناء على معدل النبض فى الدقيقة.

هذا ويمكن أيضًا استخدام المعادلة التالية :

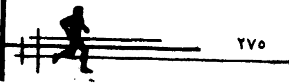
ـ الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (للذكور) :

١١١,٣٣ ـ (٠,٤٢ × معدل النبض بعد اختبار الخطوة).

ـ الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (للإناث) =

= ٦٥,٨١ ـ (٠,١٨٤٧ × معدل النبض بعد اختبار الخطوة).

(1) Katch, F. I., and McArdle, W. D., (1983) : Natrition, Weight Control, and Exercise, 2nd. ed., LEA and Febiger, Philadelphia.

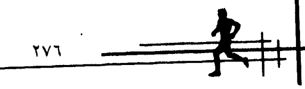


جدول رقم (٤٥)

الدرجة المئوية والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين تبعًا لمعدل النبض

خلال الاستشفاء من اختبار الخطو للذكور والإناث

الدرجة المئوية	معدل النبض للإناث	الأكسجين مل / كجم / ق	معدل النبض للذكور	الأكسجين مل / كجم / ق
١٠٠	١٢٨	٤٢,٢	١٢٠	٦٠,٩
٩٥	١٤٠	٤٠,٠	١٢٤	٥٩,٣
٩٠	١٤٨	٣٨,٥	١٢٨	٥٧,٦
٨٥	١٥٢	٣٧,٧	١٣٦	٥٤,٢
٨٠	١٥٦	٣٧,٠	١٤٠	٥٢,٥
٧٥	١٥٨	٣٦,٦	١٤٤	٥٠,٩
٧٠	١٦٠	٣٦,٣	١٤٨	٤٩,٢
٦٥	١٦٢	٣٥,٩	١٤٩	٤٨,٨
٦٠	١٦٣	٣٥,٧	١٥٢	٤٧,٥
٥٥	١٦٤	٣٥,٥	١٥٤	٤٦,٧
٥٠	١٦٦	٣٥,١	١٥٦	٤٥,٨
٤٥	١٦٨	٣٤,٨	١٦٠	٤٤,١
٤٠	١٧٠	٣٤,٤	١٦٢	٤٣,٣
٣٥	١٧١	٣٤,٢	١٦٤	٤٢,٥
٣٠	١٧٢	٣٤,٠	١٦٦	٤١,٦
٢٥	١٧٦	٣٣,٣	١٦٨	٤٠,٨
٢٠	١٨٠	٣٢,٦	١٧٢	٣٩,١
١٥	١٨٢	٣٢,٢	١٧٦	٣٧,٤
١٠	١٨٤	٣١,٨	١٧٨	٣٦,٦
٥	١٩٦	٢٩,٦	١٨٤	٣٤,١



اختبارات الكفاءة البدنية

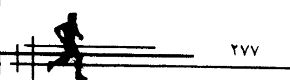
Physical Work Capacity Tests

ماهية اختبارات الكفاءة البدنية وأهميتها :

توجد اختبارات وظيفية كثيرة ومختلفة تستخدم للتقويم الموضوعى لحالة استعداد أجهزة جسم اللاعب وحالته التدريبية، ومن خلال نتائج هذه الاختبارات يمكن تقويم حالة الجسم ككل، وكذلك مدى تكيف أجهزة الجسم تحت تأثير برامج التدريب، كما تساعد هذه الاختبارات أيضًا فى الكشف عن الاحتياطى الوظيفى للجسم والكفاءة البدنية العامة، والتى يقصد بها كمية العمل الميكانيكى التى يستطيع اللاعب تنفيذها بشدة حمل عالية، وتختلف الاختبارات الوظيفية وتتعدد أنواعها من حيث تقويم وظائف الجسم المختلفة كل على حدة، إلا أننا سنتناول هنا اختبارات الكفاءة البدنية كنموذج لهذه الاختبارات، باعتبار أن الكفاءة البدنية تعنى **«كفاءة إنتاجية الجهاز الدورى والتنفسى والدم وكفاءة العضلات على استهلاك الأكسجين وإنتاج الطاقة»**، ولذا يمكن التعبير عنها بنتائج تأخذ أشكالا مختلفة منها الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين أو مقدار الشغل، كما يعبر عنه بالمقاومة والمسافة والزمن (كجم متر/ دقيقة أو كيلوبوند متر/ دقيقة أو الوات)، وهكذا فإن الكفاءة البدنية تعتبر مقياسًا كليًا لكثير من الوظائف الهامة لأعضاء الجسم.

ويراعى دائمًا أن بيانات الاختبارات الوظيفية تعالج عادة فى ضوء بعضها البعض وليس بطريقة منفصلة، كما تعالج أيضًا فى ضوء علاقتها بمستوى الأداء الرياضى للحكم على مدى فاعلية عملية التدريب . ، ومثال على ذلك أن ارتفاع مستوى الأداء المهارى للاعب الجمباز قد يعوض عدم ارتفاع كفاءته البدنية العامة، وكذلك يلاحظ أن وظائف الجسم تعوض بعضها البعض حيث إن انخفاض نسبة الهيموجلوبين فى الدم يمكن أن تعوضه زيادة عدد الكرات الحمراء وبذا لاتنخفض سعة الدم الأكسوچينية.

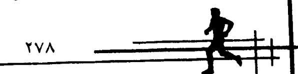
وقد بدأت فكرة الاختبارات الوظيفية منذ بداية هذا القرن حيث اقترح مارتن Marten الاختبار الوظيفى مع الحمل البدنى، حيث يتم قياس تغيرات نشاط القلب بعد أداء حمل بدنى عبارة عن ثنى الركبتين كاملاً عشرين مرة، ثم تطورت هذه



الاختبارات لتشمل أنواعاً مختلفة من الحمل البدنى شملت الوثب فى المكان والجرى فى المكان، ثم العمل على الأرجوميتر أو السير المتحرك أو اختبار الخطوة. ويتطلب أداء مثل هذه الاختبارات مراعاة بعض الشروط التى لها تأثيرها على النتائج مثل درجة الحرارة والضغط الجوى والحالة النفسية للاعب، وفى بعض الأحيان تتطلب هذه الاختبارات وجود طبيب متخصص.

استخدام الحمل البدنى لأداء اختبارات الكفاءة البدنية

يتطلب أداء اختبارات الكفاءة البدنية استخدام حمل بدنى مقنن مثل الجرى أو خطوات الصعود والهبوط على صندوق، وهنا يمكن التعبير عن الكفاءة البدنية بكمية العمل الميكانيكى الذى تم تنفيذه بناء على المعادلة



$$N = P.h.F.K$$

حيث P وزن المختبر ـ h طول الجسم ـ F معدل الصعود والهبوط (عدد الخطوات فى الدقيقة) ـ K معامل ثابت مقداره ١,٢٥ ـ ١,٥ تختلف من باحث إلى آخر، ومن هذه الاختبارات اختبار هارفرد واختبار ماستير.

وفى معظم الأحوال يؤدى الحمل البدنى على الدراجة الثابتة The Bicycle Ergometer وهذا الجهاز مركب بطريقة تمكن من التحكم فى مقاومة البدال حيث يحددها الباحث، ويوجد من هذا الجهاز نوعان:

أ ـ أرجوميتر مونارك Monark وتحدد المقاومة فى البدال بطريقة ميكانيكية يدوية، وكذا يمكن التحكم فى سرعة التبديل بواسطة المختبر نفسه، ويسهل حمل هذا الجهاز ونقله لاستخدامه فى الملاعب، وتم تعديل هذا الجهاز بواسطة شركة مونارك بمدينة فربرج بالسويد.

ب ـ الأرجوميتر الكهربائى. . ، ويختلف هذا عن النوع الأول فى أن مقاومة دوران البدال يتم التحكم فيها عن طريق المقاومات المغناطيسية الكهربائية وتبقى سرعة التبديل ما بين ٦٠ ـ ٧٠ دورة/ دقيقة.

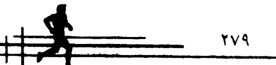
ويمكن التعبير عن شدة الحمل (المقاومة) على جهاز الأرجوميتر بوحدة قياس بالكيلوجرام متر/دقيقة أو بالوات Watt وهو يساوى ٦ كيلوجرام متر/دقيقة

ويسمى أيضا كيلوبوند متر/دقيقة بدلا من كيلوجرام؛ نظراً لأن وحدة القياس تعبر عن مقاومة وليس عن وزن. وقد صمم الأرجوميتر بحيث تعطى التروس والعجلة عند دورتها مرة واحدة مسافة ٦ متر من نقطة بداية الدورة حتى نهايتها. ويستخدم إلى جانب الأرجوميتر جهاز الميترونوم Metronome لضبط التوقيت بحيث يعطى هذا الجهاز التوقيت المطلوب فيكون ١٠٠ دقة لأداء ٥٠ دورة وتضبط باستخدام ساعة الإيقاف، وبذلك فإن كل دورة للبدال تعادل مسافة ٦ متر، فإذا كان عدد الدورات فى الدقيقة ٥٠ دورة فإن المسافة تكون ٦ × ٥٠ = ٣٠٠ متر / دقيقة.

ويدور حول العجلة حزام مثبت من طرفيه ببكرة مثبت بها بندول، ويعطى البندول مؤشرا لمدى القوة Force على طرفى الشريط أو الحزام، وعند شد الحزام يشير البندول الموجود على الرافعة إلى مقدار المقاومة الذى يكون أحياناً بالكيلوبوندات Kiloponds، والكيلوبوند هنا يقصد به الشدة أو القوة Force المحركة لكتلة كيلوجرام فى الظروف العادية للجاذبية الأرضية.

شروط أداء الاختبار وتحديد شدة الحمل :

يثبت الأرجوميتر فى وضع أفقى على سطح مستو ويجلس الشخص على الأرجوميتر دون لمس البدال للتأكد أن البندول يشير إلى مستوى «الصفر». ثم يبدأ العمل مع تراخى الحزام مع رفع درجة المقاومة تدريجيًا باستخدام اليد حتى المستوى المطلوب، ثم يحسب الزمن عند انتظام المقاومة مع ملاحظة أن استمرار الأداء واحتكاك الحزام سوف يقلل من المقاومة وخاصة إذا استمر استخدام الجهاز لفترة طويلة، لذلك يراعى دائما ملاحظة مستوى المقاومة مرة كل دقيقة وتعديلها فى حالة انخفاضها نتيجة لذلك، ويمكن استخدام هذا الجهاز لتحديد الكفاءة البدنية عند النبض ١٧٠ PWC 170، وكذلك لتحديد الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين مع ملاحظة أن استهلاك الأكسجين يزيد تبعا لزيادة المقاومة حتى مستوى ٢٥٠ وات (٢٥٠ × ٦ = ١٥٠٠ كجم متر/ق) حيث إن زيادة شدة الحمل عند هذا المستوى حتى تصل إلى ٣٠٠ وات لا يصاحبها زيادة فى استهلاك الأكسجين نتيجة للوصول إلى الحد الأقصى عند درجة أقل من ذلك، ويمكن أن يستمر العمل العضلى بعد ذلك على حساب إنتاج الطاقة اللاهوائية.



اختبار الكفاءة البدنية ١٧٠ PWC 170

أعد هذا الاختبار سيوستراند فى الخمسينيات بالجامعة الملكية باستكهولم بهدف تحديد الكفاءة البدنية للرياضيين، وسمى هذا الاختبار PWC اختصارا لكلمة Physical Working Capacity، ويرمز لهذا الاختبار فى منظمة الصحة الدولية برمز W_{170}، ويدل الرقم ١٧٠ على مقدار الحمل البدنى الذى يمكن أداؤه عندما يكون معدل القلب ١٧٠ ضربة/ دقيقة، وقد تحدد هذا المعدل لسرعة القلب بناء على عاملين أساسيين هما:

العامل الأول ـ أن مدى العمل الوظيفى المثالى للجهازين الدورى والتنفسى تكون عندما يتراوح معدل القلب فى حدود ١٧٠ ـ ٢٠٠ ضربة/ دقيقة، ولذا فإن كفاءة هذين الجهازين تتضح عند أداء الحمل البدنى عند هذا المستوى.

العامل الثانى ـ أن العلاقة المتبادلة بين معدل القلب وشدة الحمل البدنى تأخذ خطاً مستقيماً لدى معظم الرياضيين حتى معدل القلب ١٧٠ ضربة/ دقيقة وتختل هذه العلاقة عندما يزيد معدل القلب عن ذلك.

استخدام الدراجة (الأرجوميتر):

عند ظهور هذا الاختبار فى الخمسينيات كان يتم بأن يؤدى المختبر درجات مختلفة من شدة الحمل البدنى المقنن على الأرجوميتر تتدرج حتى يصل معدل القلب إلى ١٧٠ ضربة/ دقيقة، وبناء على هذا فقد يؤدى اللاعب من خمسة إلى ستة أحمال بدنية ذات شدة مختلفة إلا أن هذا النظام كان يستغرق وقتاً طويلا علاوة على أنه مجهد للاعبين، حيث كان كل حمل يؤدى لمدة ٦ دقائق لذا لم يلق هذا الاختبار انتشارًا واسعًا.

وفى الستينيات أصبح تقدير الكفاءة البدنية أكثر سهولة باستخدام شدتين مختلفتين من شدات الحمل أو ثلاث بحيث تكون الشدات كلها بدرجات معتدلة، ويحدد بناء على ذلك مستوى الكفاءة البدنية عند النبض ١٧٠ باستخدام الرسم البيانى، حيث يقاس معدل القلب بعد أداء كل شدة (N_1، N_2) ويحدد معدل القلب بكل شدة ثم ترسم هذه العلاقة فى شكل بيانى توضح عليه فى نقطتين

معدلات القلب المقابلة لكل شدة ثم يمــد الخط الواصل بين النقطتين إلى أن يلتقى أمام النقطة المقابلة لمعــدل القلب ١٧٠ ضربة/ دقيقة، وهنا فإن العــمود الساقط من هذه النقطة على المحـور الأفقى يشـير إلى مسـتوى شـدة الحمل البدنـى «الكفاءة البدنيـة» التى تقابل مـعدل القلب ١٧٠ ضربـة/ دقيقـة والتى يطلق عليهـا الكفاءة البدنية ١٧٠ أو PWC_{170}، وتجنبا لعيوب طريقة الرسم البيانى وكثرة الأخطاء التى قد تنجم عنها فقد استكمل كاربمان هذا العمل ووضع معادلته الشهيرة :

$$PWC_{170} = N_1 + (N_1 + N_2) \left(\frac{170 - F_1}{F_2 - F_1} \right)$$

حيث N_1 شدة الحمل الأولى، N_2 شدة الحمل الثانية، F_1 هى معدل القلب الأول بعد الشدة الأولى، F_2 معدل القلب الثانى بعد شدة الحمل الثانية.

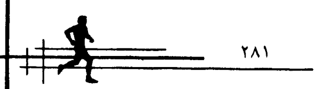
ولتطبيق هذا الاختبار فى الظروف المعمليـة لابد من استخدام جهاز الدراجة الثابتة حـتى يمكن أداء الحملين مختلفى الشدة، وتكون سرعـة التبديل ٦٠ ـ ٧٠ دورة/ دقيقة.

- ويستـمر أداء الحمل الأول خمس دقـائق وتكون شدته منخفـضة ويمكن تحديدها تبعا للوزن كما فى الجدول رقم **(٤٦)**.

- يجلس المختبر بعد أداء الحمل الأول على الأرجوميتر للراحة لمدة ٣ دقائق

- يؤدى الحمل الثانى لمدة ٥ دقائق مع استـخدام شدة حمل أعلى، وتتحدد شدة الحمل الثـانية تبعاً لنتـيجة معـدل القلب بعد استخـدام شدة الحمل الأولى، ويستعان فى ذلك بجدول رقم **(٤٧)**.

ومثال على ذلك فـإذا كان هناك شخص يبلغ وزنه ٧٠ كيلوجـرام فإن شدة الحمل الأولى سـتكون ٦٠٠ كجم متـر/ دقيقـة، فإذا بلغ مـعدل القلب لدى هذا اللاعب بعد أداء الحمل بهذه الشدة ١١٠ ضربة/ دقـيقة فإن شدة الحمل الثانى بناء على الجدول الثانى تـكون ١٠٠٠ كجم متر/ دقيـقة، وبناء على ذلك يكون الزمن الكلى للاخـتبار بفـترة الراحـة ١٣ دقيـقة، ويجب الالتـزام بكل دقة عند تنفـيذ الاختبار لضمان الحصول على نتائج دقيقة.

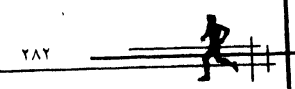


جدول رقم (٤٦)
تحديد شدة الحمل الأول لاختبار الكفاءة البدنية
تبعاً لوزن الجسم

الوزن (كجم)	شدة الحمل الأول (كجم متر/دقيقة)
أقل من ٥٩	٣٠٠
٦٠ ـ ٦٤	٤٠٠
٦٥ ـ ٦٩	٥٠٠
٧٠ ـ ٧٤	٦٠٠
٧٥ ـ ٧٩	٧٠٠
٨٠ فأكثر	٨٠٠

جدول رقم (٤٧)
تحديد شدة الحمل الثانى لاختبار الكفاءة البدنية
تبعاً لمعدل القلب بعد الحمل الأول

شدة الحمل الأول (كجم متر/دقيقة)	معدل القلب بعد الحمل الأول				
	٨٠ ـ ٨٩	٩٠ ـ ٩٩	١٠٠ـ ١٠٩	١١٠ـ ١١٩	١٢٠ـ ١٢٩
٤٠٠	١١٠٠	١٠٠٠	٩٠٠	٨٠٠	٧٠٠
٥٠٠	١٢٠٠	١١٠٠	١٠٠٠	٩٠٠	٨٠٠
٦٠٠	١٣٠٠	١٢٠٠	١١٠٠	١٠٠٠	٩٠٠
٧٠٠	١٤٠٠	١٣٠٠	١٢٠٠	١١٠٠	١٠٠٠
٨٠٠	١٥٠٠	١٤٠٠	١٣٠٠	١٢٠٠	١١٠٠



ويمكن من خلال تحديد الكفاءة البدنية الحصول على بيانات كثيرة عن اللاعبين واستخدام هذه النتائج فى الدراسات العلميه عند مقارنه ديناميكية تأثير التدريب خلال الموسم التدريبى على اللاعبين. ونظرا لتغير وزن اللاعب فإننا نستخدم ما يسمى الكفاءة البدنية النسبية وهى ناتج قسمة الكفاءة البدنية المطلقة على وزن الجسم، ولذا فإن قياسها يأخذ الرمز كجم متر/ دقيقة/ كجم، ويبلغ مستوى الكفاءة البدنية لدى الشباب غير المدرب من ٧٠٠ - ١١٠٠ كجم متر/ دقيقة، وللإناث ٤٥٠ - ٧٥٠ كجم متر/ دقيقة، وتبلغ الكفاءة النسبية لغير المدربين ١٥,٥ كجم متر/ دقيقة/ كجم، ولغير المدربات ١٠,٥ كجم متر/ دقيقة/ كجم وتختلف هذه الأرقام بالنسبة للرياضيين حيث تبلغ ٢٥٠٠ كجم متر/ دقيقة/ كيلوجرام والنسبيه ٣ كيلوجرام متر/ دقيقة/ كيلوجرام، ويستخدم هذا الاختبار لجميع الرياضيين والمبتدئين

اختبارات الكفاءة البدنية الخاصة :

انتشرت اختبارات الكفاءة البدنية الخاصة فى مجال الطب الرياضى التطبيقى، حيث يتفق العمل العضلى فى هذه الاختبارات مع التخصص الرياضى، وقد أجريت التجارب والدراسات التى دلت على صلاحية استخدام هذه الاختبارات فى الأنشطة الرياضية ذات الحركة الوحيدة المتكررة، مثل الجرى والسباحة والدراجات والتجديف حيث لوحظ أن هناك علاقة طردية بين معدل القلب حتى ١٧٠ ضربة/ دقيقة وسرعة قطع المسافة فى هذه الأنشطة الرياضية، وبناء على ذلك تستخدم نفس الفكرة السابق استخدامها فى اختبارات الكفاءة البدنية العامة حيث يقوم اللاعب باستخدام حملين ذوى شدة معتدلة، إلا أن الحمل هنا يكون فى شكل النشاط الرياضى الطبيعى، بمعنى الجرى أو السباحة مثلا، وتستخدم نفس المعادلة مع استبدال عنصر الشدة (N) بعنصر السرعة (V)، أى المسافة على الزمن وهكذا كانت المعادلة كما يلى :

$$Pwc_{170}\ (V) = v_1 + (v_2 - v_1)\ \frac{170 \quad f1}{f2 \quad f1}$$

حيث (V) Pwc_{170} = تعنى الكفاءة البدنية معبرا عنها بسرعة الانتقال الحركى (متر/ ثانية) عندما تكون سرعة القلب ١٧ ضربة/ دقيقة.

ولتنفيذ الاختبار يطلب من اللاعب أداء حملين معتدلى الشدة من حيث السرعة، وتكون فترة الأداء فى حدود ٤ ـ ٥ دقائق لكل حمل بحيث يصل اللاعب إلى الحالة الثابتة، وفى نهاية أداء كل حمل تسجل سرعة القلب مع قياس زمن أداء الحمل بساعة الإيقاف، وبعد معرفة طول المسافة يتم استخراج سرعة الانتقال بقسمة المسافة على الزمن. وتحدد سرعة القلب عن طريق الجس لتحديد سرعة النبض أو السمع خلال أول ٥ ثوان بعد انتهاء الأداء أو فى آخر ٣٠ ثانية من العمل بواسطة طريقة تسجيل ضربات القلب عن بعد (التلمترية).

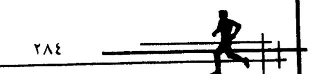
١ ـ اختبار الكفاءة البدنية الخاصة للجرى :

يتميز هذا الاختبار بسهولة التنفيذ حيث لايتطلب أى إمكانات، ويمكن أداؤه فى الملعب بدون استخدام سرعة جرى عالية، ويقوم أيضًا على نفس فكرة استخدام حملين معتدلى الشدة أحدهما أقل شدة وهو الحمل الأول يعقبه الحمل الثانى بعد فترة راحة وهو الأعلى شدة مع قياس معدل القلب فى نهاية كل حمل.

الحمل الأول : جرى ٨٠٠ متر بطريقة الهرولة بحيث يتراوح زمن كل ١٠٠ متر ما بين ٣٠ ـ ٤٠ ثانية، وبذلك يكون زمن ٨٠٠ متر من ٤ ـ ٥,٢٠ دقيقة تقريبًا.

الحمل الثاني : جرى ١٢٠٠ متر بسرعة أعلى قليلا من سرعة الجرى الأولى، بحيث يتراوح زمن كل ١٠٠ م فى حدود ٢٠ ـ ٣٠ ثانية وبذا يكون زمن قطع المسافة الكلى حوالى ٤ ـ ٦ دقائق. وتعطى فترة راحة من ٣ ـ ٥ دقائق بين الحملين.

ويعبر عن مقدار الكفاءة البدنية بناتج المعادلة السابقة بالمتر/ ثانية، وكلما زاد هذا المقدار كان هذا دليلا على زيادة الكفاءة البدنية. وتتراوح الكفاءة البدنية الخاصة للاعبى الجرى عادة ما بين ٢,٥ ـ ٥ متر/ ثانية، وأعلى مستوى ٤ ـ ٥ متر/ ثانية أو أكثر من ذلك للاعبى المسافات الطويلة أو المتوسطة، أما بالنسبة



للاعبى المسافات القصيرة فتبلغ كفاءتهم ٢,٥ ـ ٣,٥ متر/ثانية، وللاعب كرة القدم ٤,٨، والملاكمة ٣,٢٩ متر/ثانية. ويتأثر مستوى الكفاءة البدنية بمستوى اللاعب الرياضى حيث تبلغ لدى لاعبى كرة القُدم للدرجة الثانية مثلا ٣ ـ ٣,٥ متر/ثانية، وتبلغ لدى لاعبى الدرجة الأولى أزيد من ذلك بحوالى ٥٠٪، كما تقل لدى الإناث عن الذكور بحوالى ٢٠٪.

٢ ـ اختبار الكفاءة البدنية الخاصة للسباحة :

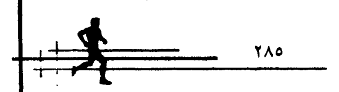
ويستخدم فى السباحة أيضًا حملان مختلفان الشدة كما يلى :

الحمل الأول : يسبح السباح بسرعة منتظمة لمسافة ٢٠٠ متر بحيث يكون متوسط كل ٥٠ متر فى حدود ٥٠ ـ ٦٠ ثانية، وبذلك يبلغ الزمن الكلى لقطع ٢٠٠ متر ٣,٢٠ ـ ٤ دقيقة.

الحمل الثانى : يؤدى السباح مسافة ٣٠٠ متر سباحة بسرعة أعلى قليلا من الحمل الأول بحيث يكون متوسط زمن كل ٥٠ متر فى حدود ٤٠ ـ ٥٠ ثانية بحيث يبلغ الزمن الكلى لقطع المسافة ٣,٢٠ ـ ٥ دقائق، ويراعى تخصيص فترة راحة بين الحملين من ٣,٥ ـ ٥ دقائق.

ويلاحظ قياس سرعة القلب فى نهاية كل حمل، وبعد تسجيل الزمن تستخدم المعادلة (Pwc (V، وكلما كان ناتج المعادلة مرتفعًا دل ذلك على تحسن حالة الكفاءة البدنية الخاصة بالسباح. وتتراوح عادة لدى سباحى الدرجة الأولى ١,٢٥ ـ ١,٣٥ متر/ثانية، ولسباحى المستويات العالية من ١,٣٥ ـ ١,٤٥ متر/ثانية. وتقل الكفاءة البدنية الخاصة للإناث عن الذكور فى السباحة بمقدار حوالى ١٠ ـ ١٥٪.

كما تتأثر الكفاءة البدنية الخاصة بالسباحة بنوع طريقة السباحة المستخدمة حيث تكون أسرعها عند استخدام سباحة الزحف، ويليها الدولفن ثم الظهر ثم الصدر. ولكن عادة يفضل استخدام سباحة الزحف.



٣ – اختبار الكفاءة البدنية الخاصة لكرة اليد [١] :

تعتمد فكرة هذه الاختبارات على رأى هوفوركوفا Hovorkova ، فى أن هناك ارتباطًا موجبًا بين حمل التدريب والحمل الواقع على كاهل اللاعب عند أداء الاختبارات الوظيفية، إذ تعكس هذه الاختبارات الوظيفية مستوى لياقة اللاعب عن طريق الارتباط المشاهد بين أداء اللاعب لاختبارات وقياسات النبض المسجلة له بعد أداء الاختبار وفقًا لنظام محدد، وذلك فى غضون فترات تدريب زمنية من أربعة إلى ستة أسابيع. وبهذا الأسلوب تكون الاختبارات قد ساهمت فى تقويم مستوى لياقة اللاعب، بالإضافة إلى تحديد مستواه الحالى (القدرة الراهنة Ability) تمهيدًا لبناء جرعات التدريب التالية.

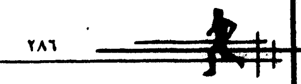
وفيما يلى مواصفات هذه الاختبارات :

(أ) اختبارات فترة الإعداد من موسم التدريب :

حيث إنه من المعروف طبقًا لنظريات وأصول علم التدريب الرياضى أن فترة الإعداد من موسم التدريب تتضمن تدريبات تهدف إلى التنمية الشاملة للمجموعات العضلية للجسم، فإن الاختبارات المستخدمة فى هذه الفترة يجب أن تتوافق مع غرض التدريب، كما يجب أن تصطبغ بطبيعة هذه المرحلة أيضًا. هذا يعنى فى مضمونه أن تأخذ الاختبارات مواصفات التدريب المستخدمة، بالإضافة للاعتبارات الخاصة بحمل التدريب وكثافته تبعًا للمراحل السنية المختلفة.

فى حدود هذا المفهوم، فإن فكرة هذا الاختبار تعتمد على إجراء قياس للنبض وتسجيله، ثم أداء مجموعة من التمرينات المحددة من حيث الحمل (التكرار، الشدة، الكثافة) وفقًا لنظام معين . . ، على أن يلى ذلك قياس للنبض فى فترات محددة بعد أداء التمرين (خمس مرات)، إذ تعبر هذه القياسات الخمس للنبض عن منحنى النبض فى الرجوع إلى الحالة الطبيعية (القياس السابق لأداء التمرين)، وهذا ما يعرف بسرعة استعادة الشفاء Recovery .

(١) للاستزادة حول اختبارات كرة اليد راجع :
كمال عبد الحميد، محمد صبحى حسانين (١٩٨٠) : القياس فى كرة اليد، دار الفكر العربى، القاهرة.



وضع هذا الاختبار مجموعة من العلمـاء بغرض تقويم مستوى التدريب في رياضة كرة اليد وهم :

- هاينز بوبل Heinz Bubel .
- جيرهارد فيك Gerhard Feck .
- هاينز شتبلر Heinz Stubler .
- فردريش تروجش Friedrich Trogsch .

في ضوء ما سبق، فإن أداء هذا الاختبار يتضمن (*) :

١ - قياس النبض قبل الأداء ويسجل.

٢ - أداء التدريبات التالية :

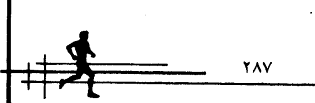
- تدريبات على جهاز العقلة.
- الوثب على جهاز المهر (البك).
- تدريبات التعلق.
- التسلق على عقل الحائط.
- التحرك من التعلق على العقلة.
- أداء ست وثبـات متتـالية من فـوق عارضـة ارتفاعـها عن الأرض خمسون سنتيمترًا.

٣ - تسجيل النبض وفقًا لما يلي (بعد أداء التمرينات السابقة) :

- بعد الأداء مباشرة، ويسجل.
- بعد مرور دقيقة من القياس الأول، ويسجل.
- بعد مرور دقيقة من القياس الثاني، ويسجل.
- بعد مرور دقيقة من القياس الثالث، ويسجل.
- بعد مرور دقيقة من القياس الرابع، ويسجل.

يجب ملاحظة ضـرورة الاستمرار في القيـاس على نفس المعدل والأسلوب إلى أن تصل سرعة النبض إلى المعدل التي كانت عليه في القياس الذي تم قبل أداء التمرينات.

(*) يمكن تصميم نماذج مماثلة للأنشطة الرياضية الأخرى.



يسجل للمختبر سرعة النبض فى القياسات التى تمت قبل وبعد التدريب إلى أن تصل سرعة النبض إلى مستواها المحدد فى القياس الذى تم قبل التدريب، كما تسجل الفتـرة الزمنية الواقعة بين لحظة نهاية التدريب ولحظة وصـول سرعة النبض إلى الحالة الطبيعية (التى كانت عليها قبل بدء التدريب).

التقويم : تعتبر القـياسات التى تم إجراؤها بعد أداء التمـرينات مؤشراً لمعدل سرعة النبض فى العودة إلى الحـالة الطبيعية (سرعة استـعادة الشفاء Recovery)، ومن الممكن التعبير عن ذلك فى شكل منحنى بيـانى. كما يعبر الزمن المسجل بين لحظة الانتـهاء من أداء التـمـرينات ولحظة وصول النبـض فى سرعـته إلى الحـالة الطبيـعية (نفس المعـدل الذى تم تسجيله لسـرعة النبض قبل أداء التـمرينات) عن الحالة الـوظيفيـة للاعب، ويجب ملاحظة أن صـغر الزمن هذا دلالة عـلى جودة الحالة الوظيفية للمختبر.

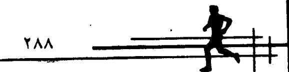
اختبارات فترة المسابقات من موسم التدريب :

لما كانت فترة المسابقات تتضمن إعـداد اللاعب للمنافسات التى سيخوضها، فإن هذا يتطلب أن تعـكس الاختبارات المسـتخدمـة فى هذه الفترة طبـيعة اللعـبة ومهـاراتها، علـى أن تؤدى فى ظروف مشـابهة لظروف الأداء الفـعلى فى اللعب بأسلوب يعكس اللياقة الوظيفية للمختبر.

وفيما يلى مواصـفات الاختبارات التى وضعها الخـبراء لهذا الغرض للاعبى كرة اليد :

١ - الاختـبار الأول : العـدو، والاستلام والتـمرير ثم الاستـلام، التنطيط والتصويب :

يقف المختبر على خط منطقة المرمى ومـواجها للمرمى الآخر، وعند صدور إشارة البدء من المدرب يجرى بأقصى سرعة جهة المرمى الآخر، وعند وصوله إلى منتصف الملعب، يستقبل تمريرة صادرة من زميل ثم يعيدها له مرة أخرى (يتم ذلك خلال الجرى)، ثم يتابع الجرى إلى أن يصل إلـى المرمى الآخر، ثم يستدير ويعود مرة أخرى ليستقبل فى منتصف الملعب تمريرة أخرى من نفس الزميل على أن يقوم بتنطيط الكرة باستمرار عقب اسـتلامها إلى أن يصل إلى دائرة المرمى الذى بدأ من عنده الاختبار لتصويب الكرة إلى المرمى مع مراعاة أن يكون التصويب من الوثب.



التسجيل :

(١) يتم تسجيل الزمن الذى استغرقه اللاعب فى أداء الاختبار من لحظة صدور إشارة البدء حتى الانتهاء من التصويب.

(٢) تقاس سرعة النبض عقب الانتهاء من الاختبار مباشرة باستخدام نفس الأسلوب السابق ذكره فى الاختبار السابق.

التقويم : يتم التقويم عن طريق مقارنة سرعة العودة للحالة الطبيعية، وزمن أداء الاختبار . . ، مع ملاحظة أن نقصان زمن أداء الاختبار، وسرعة العودة للحالة الطبيعية دلالة على كفاءة اللاعب وجودة مستوى التدريب.

٢ ـ الاختبار الثانى : العدو، والاستلام والتصويب :

فى هذا الاختبار يقف اللاعب على منتصف خط المرمى، وعند صدور إشارة من المدرب يعدو إلى أن يصل إلى منتصف الملعب، ثم يستدير ليعود مرة أخرى على أن يستقبل أثناء ذلك تمريرة قادمة له من زميل، ثم يصوب إلى المرمى، على أن يكون التصويب من الوثب.

التسجيل :

(١) يتم تسجيل الزمن الذى استغرقه اللاعب من لحظة صدور إشارة البدء حتى الانتهاء من التصويب.

(٢) يحسب الزمن الذى استغرقه النبض وضغط الدم فى الرجوع إلى الحالة الطبيعية، وذلك بحساب الزمن من لحظة الانتهاء من الاختبار حتى اللحظة التى يصل فيها ضغط الدم والنبض إلى الحالة العادية، ويتحدد ذلك فى ضوء قياسات النبض وضغط الدم المتتالية بعد الانتهاء من الاختبار كما هو متبع فى الاختبار السابق الإشارة إليه.

التقويم : يتم التقويم عن طريق مقارنة سرعة النبض وضغط الدم من زمن أداء الاختبار، مع ملاحظة أن نقصان الزمن وسرعة العودة بالنبض وضغط الدم إلى الحالة الطبيعية تكون بمثابة دلالة على كفاءة اللاعب وجودة التدريب.

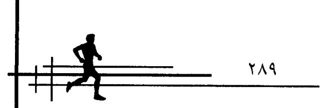
بالإضافة لما سبق تضاف درجات لتقويم أداء اللاعب فى النواحى التالية :

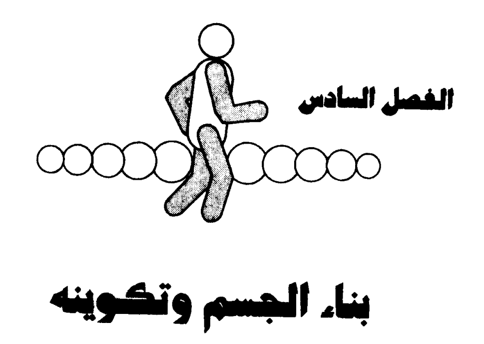
ـ قوة التصويب.

ـ دقة التصويب (مدى إحراز الأهداف).

ـ فن أداء التنطيط (أى صحة التنطيط).

ـ مستوى الأداء الحركى للاعب.





الفصل السادس

بناء الجسم وتكوينه



ماهية بناء الجسم وتكوينه

لكل نشاط رياضى متطلبات جسمانية خاصة يلزم توافرها فيمن يستهدف إحراز الميداليات والبطولات فى هذا النشاط.

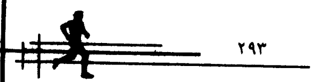
كما يجب أن يكون واضحًا أن لاعب المركز Center فى كرة السلة الذى طوله ۲۱۰ سم لايمكن تطويره مطلقًا ليصبح جوكى Jockey محترفًا، وبالمثل فإن لاعب جرى المارثون Marathon الذى وزنه ۱۳۰ رطلا لايمكن أن يكون مرشحًا لموقع على خط الدفاع فى فريق لكرة القدم الأمريكية من المحترفين.

إن الحجم Size، والشكل Shape، والبناء Build، والتكوين Composition لجسم الشخص الرياضى تمثل العوامل الحاسمة للإنجاز والتفوق الرياضى . . ، أى أن الرياضى محدد بما ورثه من أبوية . . . وهذه كلمات الخبراء والعلماء فى هذا الشأن :

"The athlete is then limited by what was given to him by his parents"

وحيث إن الرياضى محدد بما ورثه من أبويه، فإنه لايمكن صناعة البطل الرياضى من أى جسم مهما يكن، وأعظم المدربين قاطبة لايستطيع إعداد بطل فى العدو مثلا من شخص سميك المقعدة، والشخص السمين لن يكون فى يوم ما بطلا فى سباقات الجرى أو الوثب . . ، كما لن يكون أبدا لاعبًا محترفًا فى كرة القدم، وأى عصا سحرية لن تمكن الفرد النحيف من الصعود على منصة الفوز فى إحدى مسابقات الرمى فى ألعاب القوى.

المدربون المحترفون يعرفون هذه الحقائق جيدًا، لذلك أول ما يشغل بالهم هو البحث والتنقيب عن الخامات الرياضية المثمرة والمبشرة بالنجاح والتفوق الرياضى، وأدواتهم فى هذه العملية هى المواصفات الجسمية المناسبة لنوع النشاط الرياضى . . ، بهذه البداية الجيدة ومع إضافة التدريب البدنى Physical training المبنى على أسس علمية سليمة، والتغذية والرعاية الصحية والاجتماعية والنفسية،



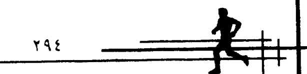
والرغبة والميل والدافع من الفرد الرياضى نفسه . ، بإضافة كل ذلك تصبح مقومات صناعة البطل الرياضى قد اكتملت، وأصبحنا قاب قوسين أو أدنى إلى أن نزف لعالم الرياضة نجمًا يصول ويجول فى الساحات الرياضية رافعا علم بلده عازفًا لنشيدها الوطنى.

لكل لاعب بروفيل موروث Genetic Profile . . ، وهذا يفرض حدودًا على كل من بناء جسمه Body build وتكوينه Composition، فالتدريب الرياضى للجهاز العضلى سوف ينمى كتلة العضلات muscle mass محدثًا زيادة فيها بدرجات متفاوتة، كما أن التغذية المناسبة والتدريب الرياضى المقنن عندما يتزامنان سوف يؤديان إلى نقص كبير فى دهن الجسم body fat . . ، وهذا أمر يشير إلى إمكانية التطوير، ولكن إذا قارنا ذلك بالمستويات العريضة لأحجام الأجسام وبنائها فى عالم الرياضيين ككل من أصغر لاعب جمباز إلى أضخم مصارع نجد أن نطاق التنوع فى أى فرد صغير ومحدود للغاية.

وتفسير ذلك: أن الرياضى محاصر بما ورثه، وأن كل لعبة لها متطلباتها البدنية، وأن حدود التطوير فى إطار البطل الرياضى محدودة للغاية فى بعض المقومات وممكنة إلى حد ما فى البعض الآخر . . ، وهو أمر يجب تفهمه سواء من جانب المدربين أو اللاعبين.

خذ مثلا . . ، نمط الجسم Body Type إمكانات التغيير فيه تكاد تكون معدومة خاصة فى سن البطولة . . ، عن ثبات النمط الجسمى Somatotype يشير شيلدون Sheldon وهو أبرز من عمل فى مجال أنماط الأجسام دون منازع . . ، يشير إلى أن النمط الجسمى يمثل المسار أو الممر الذى سيسلكه الكائن الحى فى ظل ظروف التغذية العادية وانعدام حالات الاضطراب المرضى الشديد، وأن تحديد النمط الأصلى Genotype يتطلب بالإضافة إلى دراسة نمط الجسم الحالى استيفاء سجل كامل عن الأجداد والأنسال وإجراء كل ما هو متاح من الاختبارات البيولوجية.

وبصرف النظر عن اختلاف العلماء حول مدى ثبات نمط الجسم على مدار حياة الشخص أمثال شيلدون Sheldon من ناحية، وهيث وكارتر Heath & Carter



(يريان أن الشخص له عـدة أنماط جسمية على مـدار حياته) من ناحيـة أخرى فإن هناك شبه إجماع منهم جـميعًا على أن هذا الثبات النسبى موجـود بقدر كبير على مدار الحياة الرياضيـة للرياضى . . ، على الأقل لن يحدث تغير درامى Dramatic Chift فى نمط جســمى بمكوناته الثـلاثة (سمين، عـضلى، نحيف) إلـى نمط آخر خلال الحياة الرياضية للفرد الرياضى.

فى حين أن تكوين الجسم Body Composition وهو مصطلح علمى يشير إلى نسب وجود الأجزاء الدهنية واللادهنية فى الجسم . . ، يمكن إحداث تغيرات ملموسة فيه، وهذا الأمر له أهمية كبـرى فى المجال الرياضى، فمثلا توجد علاقة عكسية بين نسبة وجود الدهون فى الجسم واللياقة البدنية Physical Fitness .

فى هذا الفـصل نتعرض لثـلاثة مجـالات مهـمة هى بناء الجـسم، وحجم الجسم، وتكوين الجـسم . . ، على أساس أن هذه المصطلحات الثـلاثة تمثل أساس البناء الفيزيقى للبطل الرياضى.

أولاً ـ بناء الجسم Body Build

١ ـ ماهية بناء الجسم :

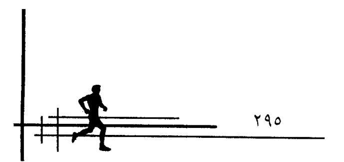
يشير مصطلح بناء الجسم Body Build إلى :

- مورفولوجية الجسم Body Morphology .
- أو شكل الجسم Body Form .
- وتكوين الجسم Body Structure .

وقـياس نمط الجـسم Somatotype هو أسلوب علمى مـسـتـخـدم لوصف مورفولوجية الجسم morphology of the body على أساس كمى.

كل نظم دراسة نمط الجـسم مبنية على أسـاس أن الجسم يضم ثلاثة مكونات رئيسية three major components أو ثلاثة أبعاد three dimensions هى :

- السمنة Fatness .
- العضلية Muscularity .
- النحافة Linearity .



وهذه المكونات أو الأبعاد أعطيت أسماء (مصطلحات) هى :

- السمنة Endomorphy .
- العضلية Mesomorphy .
- النحافة Ectomorphy .

ولكون الشخص له درجة ما على كل هذه المكونات فقد تم استنباط أسلوب لتقدير معدلاتهم بحيث يعطى لكل فرد رتبة فى كل مكون من المكونات الرئيسية الثلاثة، والأسلوب الأصلى Original System الذى توصل له شيلدون Sheldon استخدم لتحقيق هذا الغرض معدلات مقياسية Rating Scale من ١ إلى ٧ علامات designate يحدد فى ضوئها وعلى أساس متزايد سيادة مكون على الآخر نسبيًا وعلى التوالى. فمثلا التقدير (٢ ـ ٧ ـ ٢) (*) يمثل نمطًا فيه سيادة نسبية لمكون العضلية مع تقدير متكافئ لمكونى السمنة والنحافة . . .، فهو نمط عضلى متزن.

٢ – التقدير الكمى لنمط الجسم :

بناء على ذلك يتم تقويم كل مكون (سمين، عضلى، نحيف) فى ضوء مقياس النقاط السبعة 7- point scale من درجة واحدة إلى سبع درجات بحيث :

- تمثل الدرجة (١) الحد الأدنى المطلق للمكون.
- تمثل الدرجة (٧) أكبر قدر ممكن من المكون.

فإذا كان تقدير النمط (١ ـ ١ ـ ٧) فهذا يعنى أعلى معدل للسمنة، فى حين مكونى العضلية والنحافة فى أدنى قيمة لهما . .، فهذا هو النمط السمين المتطرف extreme.

وإذا كان تقدير النمط (١ ـ ٧ ـ ١) فهذا يعنى أعلى معدل للعضلية، فى حين مكونى السمنة والنحافة فى أدنى قيمة لهما . .، فهذا هو النمط العضلى المتطرف.

(*) الرقم الذى على اليسار (٢) يمثل السمنة، والرقم الذى فى المنتصف (٧) يمثل العضلية، والرقم الذى على اليمين (٢) يمثل النحافة.

وإذا كان تقـدير النمط (٧ ـ ١ ـ ١) فهذا يعنـى أعلى معدل للنحـافة ، فى حين مكونى العضليـة والسمنة فى أدنى قيمـة لهما . . ، فهـذا هو النمط النحيف المتطرف .

وهكذا يتفاوت الأمر لقيم الدرجات المعطاة لكل من المكونات الثلاثة الأولية (سمين، عضلى، نحيف) . . ، فمثلا النمط (١ ـ ٦ ـ ٤) يمثل نمطا عضليا سمينا، والنمط (٤ ـ ٤ ـ ٤) يمثل نمطا له توزيع معتدل فى المكونات الأولية الثلاثة .

ولتسـمية النمط يكون ذلك فى ضـوء المكون الغالب أو المكونين الغـالبين، فمثلا النمط (١ ـ ٣ ـ ٦)(*) يعتبر نمط (سمين ـ عضلى)، والنمط (١ ـ ٧ـ ٣) نمط (عضلى ـ سمين)، والنمط (٥ ـ ٣ ـ ١) نمط (نحيف ـ عضلى) وهكذا .

أقر شـيلدون نظام نصف الدرجة half-point variation حتى يتـم الوصول إلى النمط المجاور neighboring somatotype الموجود فى العـينة، وهذا النظام قد يصل إلى مقياس الثـلاث عشرة نقطة ، فأصبحنا نشاهد تقويمـا آخر للأنماط أكثر اتساعا ودقة، فمثلا هناك النمط ($\frac{1}{2}$١ ـ ٣ ـ ٥)، (١ ـ $\frac{1}{2}$٥ ـ ٤) . . وهكذا .

فى نظم أخرى حـديثة لتـقدير نمط الجسم أهمـها دراسـات وبحوث هيث ـ كارتير Heath - Carter سمح ببداية المـقياس للمكونات الثلاثة باسـتخدام نصف الدرجة، وفتـح المقياس من أعلى بناء على أنماط الأجسـام المشاهدة التى زادت فى تقـديراتها عن سـبع نقاط التى تمثل الحـد الأقصى على مـقيـاس النقـاط السبـعة لشيلدون .

خلاصة تطور هذا الموضوع وصلت إلى القيم التالية فى تقدير الأنماط الثلاثة الأولية :

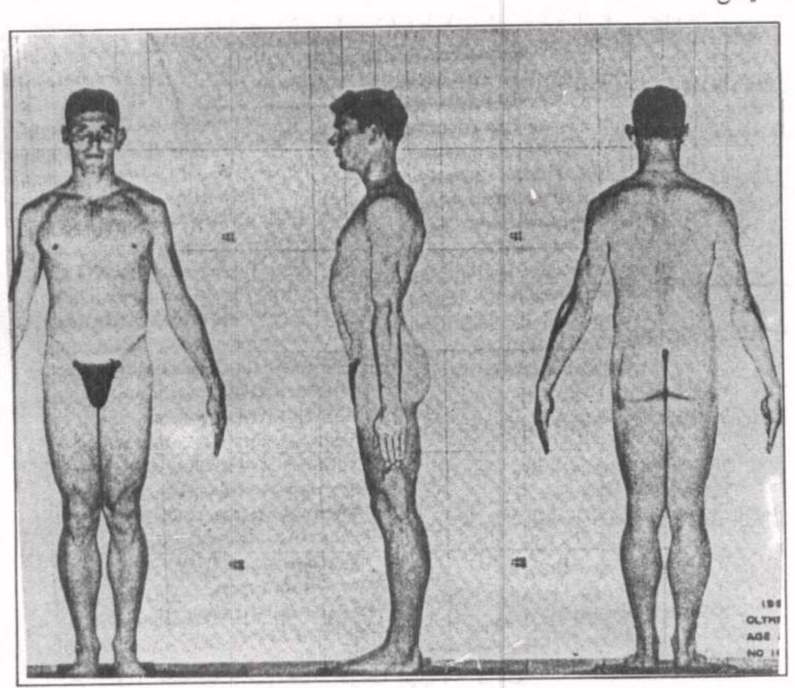
- مكون السمنة : من ٠,٥ درجة إلى ١٦ درجة .
- مكون العضلية : من ٠,٥ درجة إلى ١٢ درجة .
- مكون النحافة : من ٠,٥ درجة إلى ٩ درجات .

(*) يمكن كتابتها (٦٣١) .

الشكـل رقم (٥٧) يمـثل النمط الجسـمى للاعب بيتـر سنل Peter Snell وتقديره (٢٦٢) وهو عداء أولمبى صاحب أرقام قياسية فى المسافات القصيرة، وهو نيوزيلاندى الجنسية، ويرى الخبراء أنه من أفضل أنماط الرياضيين حيث يتمتع بنمط عضلى سائد مع قليل من السمنة والنحافة.

٣ ـ بطاقة النمط الجسـمى Somatochart

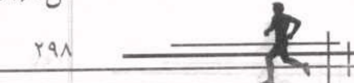
بطاقة النمط الجسـمى Somatochart تمثل الشكل البـيانى الخـاص بتحـديد أماكن تجـمع concentrations وانتـشار dispersion أنماط أجسـام العينة الخاضـعة للقياس.



شكل (٥٧)

صورة لنمط جسم اللاعب بيتر سنل Peter Snell (نمط الجسم ٢ ـ ٦ ـ ٢)

عن: (Tanner, 1964)



على بطاقة النمط ثلاثة محاور three axes (شكل رقم ٥٨) يمثل كل منها أحد مكونات الجسم الثلاثة: السمنة Endomorphy، والعضلية Mesomorphy، والنحافة Ectomorphy . . ، وهى تقطع الشكل متجهة إلى المركز Center، وتقسم البطاقة إلى قطاعات.

تزيد قيمة وحدات المكون Component على المحور كلما اتجهنا نحو القطب (قطبية المحور) Polar مرورا بمركز البطاقة . . ، فمثلا لاحظ فى الشكل رقم (٥٨) أن وحدات مكون العضلية على محور المكون العضلى تبدأ من القيمة (واحد) حتى سبع وحدات عند نهاية المحور فى قطب المكون العضلى، على هذا المحور توجد الأنماط الجسمية التالية (٥ ـ ١ ـ ٥)، (٤ ـ ١ـ ٤)، (٤ ـ٢ـ ٤)، (٤ ـ٣ ـ ٤)، (٤ ـ ٤ ـ ٤)، (٣ـ ٤ ـ٣)، (٣ـ ٥ ـ٣)، (٢ـ ٦ ـ٢)، (٢ـ ٧ ـ٢)، (١ ـ ٧ ـ ١) . . . ، لاحظ الزيادة المطردة فى وحدات قيم المكون العضلى . . ، وهكذا الأمر مع المكونين الآخرين وهما السمنة والنحافة.

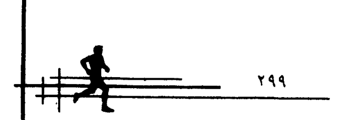
تقاطع المحاور الثلاثة فى منتصف بطاقة النمط الجسمى هى مركز بطاقة نمط الجسم Central Somatochart ، ومنطقة التقاطع هذه تضم الأنماط الجسمية المركزية Central Somatotypes.

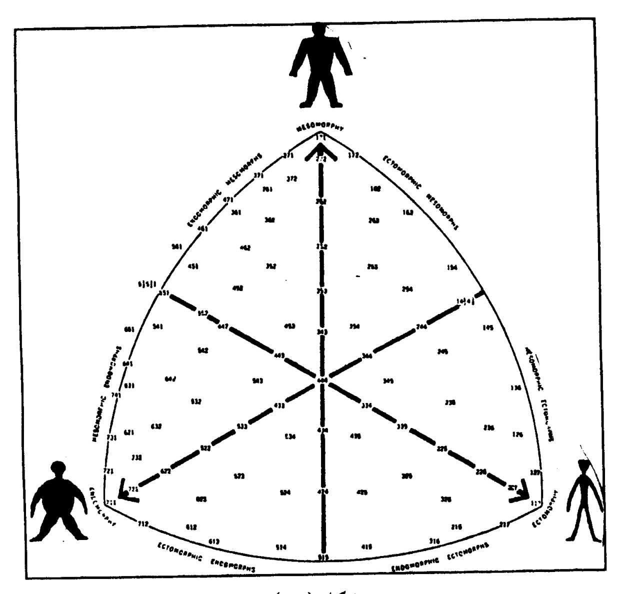
الشكل رقم (٥٩) يمثل بطاقة النمط موزع عليها أنماط أجسام ٤٠٠٠ طالب جامعى فى إحدى دراسات شيلدون.

والشكل رقم (٦٠) يمثل بطاقة النمط موزع عليها أنماط أجسام ١٣٧ لاعب أولمبى فى مسابقات الميدان والمضمار (ألعاب القوى).

٤ ـ تغيرات أنماط أجسام الرياضيين عبر السنين:

دراسات عديدة تابعت أنماط أجسام اللاعبين عبر الدورات الأولمبية، وأثبتت حدوث تغيرات واضحة فى أنماط أجسامهم عبر السنين، وقد يرجع ذلك إلى

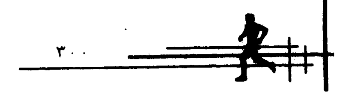


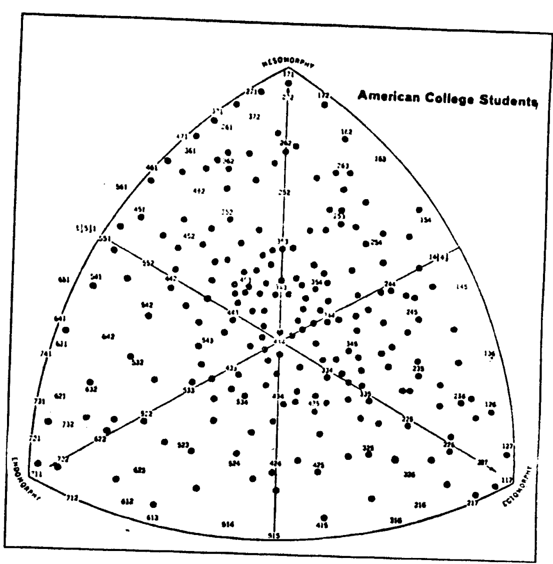


شكل (٥٨)
بطاقة نمط الجسم
عن: (Sheldon, 1954)

التطور الحادث فى النواحى الفنيـة للمهارات الرياضية والزيادة المستـمرة فى الأرقام القياسية.

فى دراسة كـارتر (Carter, 1984) تمكن من مـلاحظة حدوث تغـيرات فى أنماط أجسام لاعبـات التجديف (كانيونج) والجمباز والعـدو والحواجز . . ، وكذلك لاعبات السباحة.

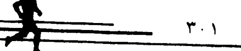


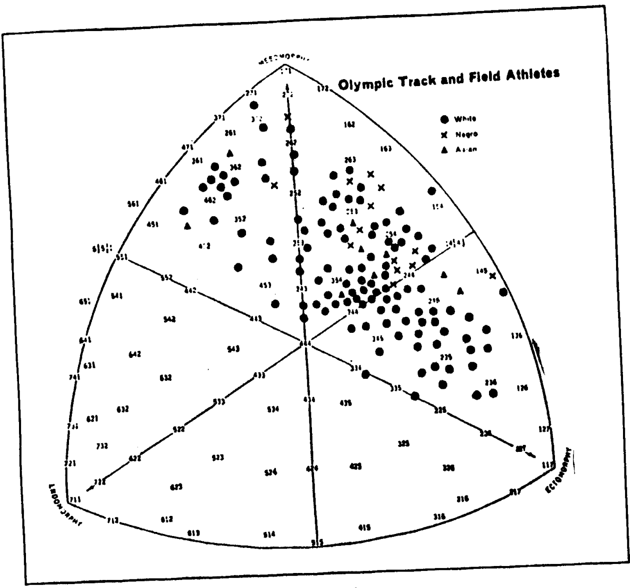


شكل (٥٩)

توزيع أنماط أجسام ٤٠٠٠ طالب جامعى على بطاقة النمط
كل نقطة سوداء فى الشكل تمثل ٢٠ حالة
عن: (Sheldon, 1954)

وفى دراسة أخرى أجراها ستيبنيكا (Stepnicka, 1986) لوحظ وجود تغيرات فى أنماط أجسام اللاعبين التشيكوسلوفاكيين الرجال خلال الفترة من عام ١٩٦٠م حتى عام ١٩٧٠م، وأيضا عام ١٩٧٦م حيث كانت مندفعة للأمام. . ، السباحون الذكور كانت نتيجة معدلات **أنماط أجسامهم نحو انخفاض ملموس فى** مكون السمنة، ولاعبو كمال الأجسام، ودفع الجلة، وقذف القرص كانوا يتجهون بأنماط أجسامهم نحو مزيد من مكون العضلية. كما أن لاعبى الوثب العالى، ٤٠٠م جرى كانوا أقل فى مكون العضلية وأكثر فى مكون النحافة. . ، فى حين أن لاعبى العدو track sprintrers لم يحدث فى أنماط أجسامهم أى تغير يذكر.



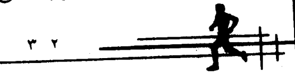


شكل (٦٠)

توزيع أنماط أجسام ١٣٧ لاعبا أولمبيا فى مسابقات ألعاب القوى

عن: (Tanner, 1964)

ولقد أرجعت هذه الدراسة التغير الحادث فى أنماط أجسام لاعبى الوثب العالى إلى تغير الأسلوب الفنى للوثب.. فى عام ١٩٧٠م كان متوسط أنماط أجسام لاعبى الوثب العالى (٢,٨ ـ ٥,٥ ـ ١,٦) حيث كان يستخدم فى هذا الوقت أسلوب Straddle فى الوثب، ولكن عام ١٩٧٨م استخدم أسلوب Flot فى الوثب فتغير متوسط أنماط اللاعبين إلى (٤,٥ ـ ٣,٣ ـ ١,٢).. هذا التغير الدرامى dramatic shift من النمط (عضلى ـ نحيف) إلى النمط (نحيف ـ عضلى) كان نتيجة مباشرة لتغير الأسلوب الفنى للوثب.



وفى دراسة ستـيبنيكا سجلت تغـيرات ذات معدل عال فى مكون الـعضلية لدى لاعبى اختراق الضـاحية بالتزلج Cross-Country Skiing ، والجودو Judo، وكرة السلة Basketball، والرياضات التى تـتطلب احتيـاجات متـزايدة من القوة لتلبية متطلباتها الفنية المتطورة.

٥ ـ طرق قياس وتقويم نمط الجسم:

يوجد عدة طرق لقياس نمط الجسم. . ، أقدمها وأولها وأكثرها دقة حتى الآن طريقة التـصوير الفوتوجرافى لشـيلدون، ومن هذه الطرق اختبـار أداء نمط الجسم لشـيلدون، وطريقة تقـسـيم الجسم إلى خـمسـة قطاعـات، وطريقة نمط الجـسم الانثروبوميترى لهيث ـ كارتر، وطريقـة المعادلات الرياضية لهيث ـ كارتر، وطريقة M_4 لبارنيل، وطريقة التـصوير المجهرى. ولقد وصـلت هذه الطرق إلى قدر عال من الدقة فى قياس نمط الجسم. . ، وفيما يلى وصف تفصيلى لبعض هذه الطرق.

أولا: طريقة نمط الجسم الفوتوجرافى لشيلدون

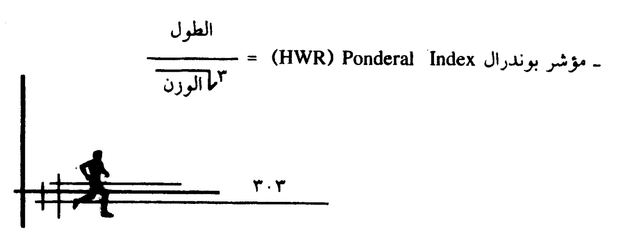
The Sheldon Photographic Somatotype

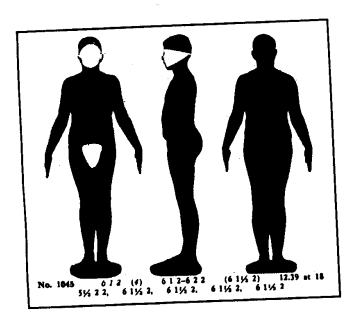
يطلق على هذه الطريقة اختـبار أداء نمط الجسم Somatotype Performance Test.

الخطوة الأولى فى هذه الـطريقـة أخـذ صـور للرياضى من الأمـام frontal والجانب lateral والخلف أو الظـهـر dorsal وفى وضع مـعين وخلفـية مـحددة وموحدة ووفق شروط صارمة للتصوير (انظر الأشكال أرقام ٦١، ٦٢، ٦٣).

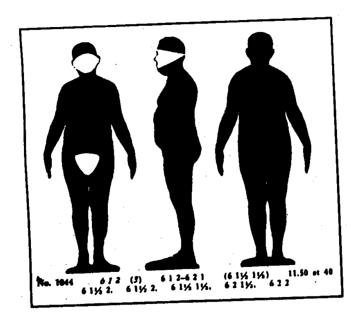
فى الخطوة الثـانية يؤخـذ طول ووزن الرياضى مع الاهتمـام بالحد الأقـصى الذى حققه فى الوزن طوال حياته، ويجرى حساب اثنين من المؤشرات two indices هما:

ـ مؤشر بوندرال Ponderal Index (HWR) = $\frac{\text{الطول}}{\sqrt[3]{\text{الوزن}}}$

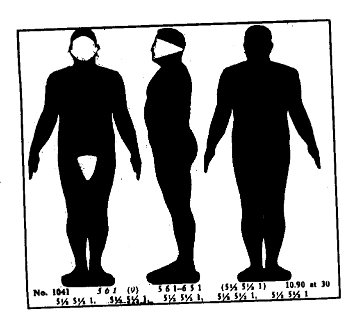




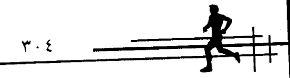
شكل رقم (٦١)
النمط الجسمى (٦١٢)
عن (Sheldon, 1954)



شكل رقم (٦٢)
النمط الجسمى (٥٦١)
عن (Sheldon, 1954)



شكل رقم (٦٣)
النمط الجسمى (٦١٢ نموذج آخر)
عن (Sheldon, 1954)



ـ مؤشر الجذع Trunk Index . . ، وهو عبارة عن النسبة بين المنطقة الصدرية من الجذع thoracic trunk والمنطقة البطنية من الجذع abdominal trunk.

وهذه هى الدرجة النسبية relative degree التى تؤدى إلى حساب مكونى العضلية والسمنة، أما النحافة فتستخرج بدلالة مؤشر بوندرال.

أمكن حديثا تصميم شكل هندسى (شكل رقم ٦٤) حيث يمكن بواسطته حساب نتائج معادلة بوندرال مباشرة حسب الوزن والطول بالكيلو جرام والسنتيمتر(*)، أو بالبوصة والرطل(**) . . حيث يتطلب الأمر حساب الوزن والطول والتوصيل بينهما بالقلم الرصاص، فالرقم الذى يقطعه الخط على التدريج الأوسط يمثل قيمة المعادلة مباشرة.

بعد استخراج قيمة مؤشر بوندرال يتم البحث عن الأنماط الجسمية المقابلة لها فى جداول خاصة صممها شيلدون من خلال دراسة أجريت على ٤٢ ألف شخص من ١٨ ـ ٥٦ سنة(***).

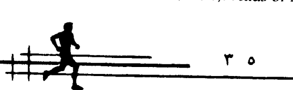
يتم البحث فى هذه الجداول وفقا لسن الفرد الرياضى (الجداول مقسمة لكل خمس سنوات) . . أمام قيمة نتيجة معادلة بوندرال يوجد أرقام الأنماط الجسمية المحتملة التى تتفق مع مستوى الطول ـ الوزن HWR. وقد يوجد احتمالان أو ثلاثة أو أربعة أو خمسة للنمط . . ، وهذه الخطوة تعتبر بمثابة تنقية مناسبة للنمط المحتمل من ضمن عدد قليل من الأنماط . . ، أو بعبارة أخرى فإن مجرد تطبيق معادلة الوزن ـ الطول HWR يؤدى إلى تنقية فئة التصنيف التى يختار منها.

يلى ذلك فحص صورة النمط من خلال مقارنتها بالصور المصنفة فى كتاب أطلس الرجال لشيلدون(****) للوصول إلى أقرب الصور إليها فى الأطلس، ومن ثم تحديد النمط النهائى بشكل دقيق.

(*) Metric Vnits Formula (Kg-m/sec).
(**) Units Formula (Ft-Ib/sec).

(***) راجع
محمد صبحى حسانين (١٩٩٥) أنماط أجسام أبطال الرياضة من الجنسين، دار الفكر العربى، القاهرة

(****) Sheldon. W.H... (1954): Atlas of Men, Harper and Brothers, New York.



يضم الأطلس ١١٧٥ صورة تمثل إطارا مرجعيا متميزا استخلص من دراسات أجريت على ٤٦ ألف من فئات متباينة. والجدير بالذكر أن الصور معروضة فى الأطلس وفق فهرسة تمكن الباحث من إيجاد النمط بسهولة وسرعة (انظر الصور المعروضة أرقام ٦١، ٦٢، ٦٣).

إضافة إلى ماسبق، ولمزيد من الدقة فإن معرفة التاريخ الوزنى weight history للمفحوص بدقة من خلال صور اعتبارية مستقرة فإن استخدام جداول الطول - الوزن HWR (معادلة بوندرال) سيعطى إجابات دقيقة من حيث تصنيف نمط الجسم.

وأكثر من ذلك..، وللدقة المتناهية فى تقدير وتصنيف نمط الجسم فإن أسلوب المراقبة النوعية method of qualitative observation المستخدم على نطاق واسع فى الأنثروبولوجى والباثولوجى والتاريخ الطبيعى يتيح لمفهوم النمط الجسمى Somatotype أن يرتقى إلى مستوى النمط الجسمى الأصلى (الموروث) Morpho-genotype الذى يتطلب الرجوع إلى تاريخ الفرد وسلالته وأصله..، حيث يتيح هذا الأسلوب الفرصة لدراسة وبحث هذا النمط عبر مجال واسع وأفق أرحب.

ثانيا: طريقة نمط الجسم الأنثروبومترى لهيث - كارتر:

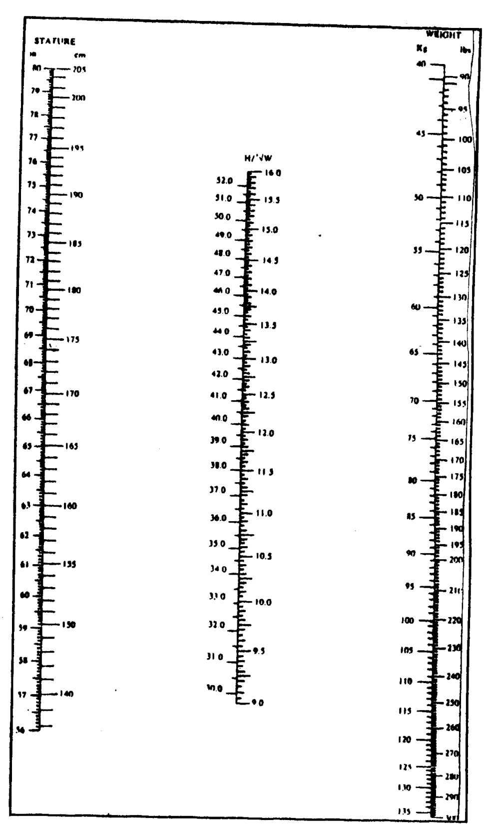
The Heath - Carter Anthropometric Somatotype

توصل هيث - كارتر إلى هذا الأسلوب* باستخدام القياسات الأنثروبومترية Anthropometric Measurements وهو أسلوب شاع استخدامه لدقته وموضوعيته، هذا علاوة على أنه لا يستخدم التصوير الفوتوجرافى الذى قد يكون مكلفا للبعض.

يعتمد هذا الأسلوب على القياسات التالية:

١ - الطول بالسنتيمتر Height (cm).

* حسب آخر تعديل لهذه الطريقة.



شكل رقم (٦٤)

الشكل الهندسى لمعدل الطول ـ الوزن HWR

باستخدام نظامى القياس

عن: (Carter and Heath, 1990)

٢ - الوزن بالكيلو جرام (Weight (Kg.

٣ - معدل الطول - الوزن (دليل بوندرال Ponderal Index):

$$\text{مؤشر بوندرال} = \frac{\text{الطول (بالسنتيمتر)}}{\sqrt[3]{\text{الوزن (بالكيلوجرام)}}}$$

٤ - سمك ثنايا الجلد Skinfold Thickness من المناطق التالية:

أ - خلف العضد بالمليمتر (Triceps (mm.

ب - أسفل اللوح بالمليمتر (Subscapular (mm.

جـ - أعلى بروز العظم الحرقفى بالمليمتر (Supraspinale (mm.

د - سمانة الساق بالمليمتر (Medial Calf (mm **(من على السطح الأنسى).**

٥ - القياسات العرضية Skeletal Breadths وتتضمن.

أ - عرض العضد بالسنتيمتر (Humerus Width (cm.

ب - عرض الفخذ بالسنتيمتر (Femur Width (cm.

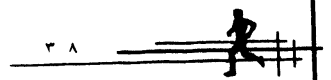
٦ - القياسات المحيطية Limp Circumferences وتتضمن:

أ - محيط العضد بالسنتيمتر Upper Arm Girth.

ب - محيط سمانة الساق بالسنتيمتر Calf Girth.

وفيما يلى وصف تفصيلى لأسلوب استخراج المكونات الثلاثة (سمين، عضلى، نحيف) لنمط الجسم مدعما بمثال واقعى للتوضيح:

استخدم الاستمارة المعروضة فى الشكل رقم (٦٥)..، وتضم على الجانب الأيسر القياسات السابق الإشارة إليها .، وعلى اليمين تدرجات حساب المكونات الثلاثة للنمط الجسمى.



الجزء العلوى من الاستمارة يتضمن البيانات العامة الخاصة بالمختبر والبيانات الأخرى الضرورية.

وفيما يلى خطوات استخدام الاستمارة المعروضة فى الشكل رقم (٦٥) لاستخلاص المكونات الثلاثة لنمط الجسم.

١ ـ استيفاء البيانات العامة فى أعلى الاستمارة (شكل ٦٥)..، وتتضمن:

- اسم المختبر، (فى المثال المعروض: (A.W.)
- السن، (فى المثال المعروض: ٢٠ سنة، ٥ شهور)
- الجنس، (فى المثال: ذكر)
- الرقم..، (فى المثال: ٥٧٣)
- المهنة..، (فى المثال: طالب)
- المجموعة..، (فى المثال: أسود)
- التاريخ..، (فى المثال: ١٠ أبريل ١٩٨٠)
- المشروع..، (فى المثال: لاعبو العدو فى المضمار)
- القائم بالقياس..، (فى المثال: L.C.).

أولاً: تقدير مكون السمنة Endomorphy Rating

(الخطوات من ٢ : ٥)

٢ ـ تسجيل قياسات سمك ثنايا الجلد الأربعة فى أماكنها المخصصة بالاستمارة كما هو موضح بالشكل رقم (٦٥)..، وهى وفقا للمثال المعروض كما يلى:

- سمك ثنايا الجلد خلف العضد Triceps = ٦,٤ مم.
- سمك ثنايا الجلد أسفل اللوح Subscapular = ٧,١ مم.
- سمك ثنايا الجلد أعلى بروز العظم الحرقفى Supraspinale = ٤,٦ مم.
- سمك ثنايا سمانة الساق Calf = ٥,٢ مم.

٣ - جمع سمك ثنايا الجلد الثلاثة الأولى Sum 3 Skinfolds . . ، وهى وفقا للمثـال (٦,٤ + ٧,١ + ٤,٦ = ١٨,١ مم) ويدون مجمـوع المناطق الثلاث فى المستطيل الخاص بذلك .

تصحيح مجموع قياسات سمك ثنايا الجلد الثلاث وفقا للطول تبعا للمعادلة التالية (Height Corrected Skinfolds)

HEATH-CARTER SOMATOTYPE RATING FORM

NAME A.W. — AGE 20 yr 5 mo — SEX: (M) F — NO: 573
OCCUPATION Student — ETHNIC GROUP Black — DATE 10 April, 1980
PROJECT Track sprinters — MEASURED BY: L.C.

Skinfolds mm		SUM 3 SKINFOLDS (mm)
Triceps	= 6.4	Upper Limit: 10.9 14.9 18.9 22.9 26.9 31.2 35.8 40.7 46.2 52.2 58.7 65.7 73.2 81.2 89.7 98.9 108.9 119.7 131.2 143.7 157.2 171.9 187.9 204.0
Subscapular	= 7.1	Mid-point: 9.0 13.0 (17.0) 21.0 25.0 29.0 33.5 38.0 43.5 49.0 55.5 62.0 69.5 77.0 85.5 94.0 104.0 114.0 125.5 137.0 150.5 164.0 180.0 196.0
Supraspinale	= 4.6	Lower Limit: 7.0 11.0 15.0 19.0 23.0 27.0 31.3 35.9 40.8 46.3 52.3 58.8 65.8 73.3 81.3 89.8 99.0 109.0 119.8 131.3 143.8 157.3 172.0 188.0
SUM 3 SKINFOLDS	= 18.1	$\times \left(\frac{170.18}{ht = 179.3}\right) = 17.3$ mm (height corrected skinfolds)
Calf	= 5.2	Endomorphy: 1 (1½) 2 2½ 3 3½ 4 4½ 5 5½ 6 6½ 7 7½ 8 8½ 9 9½ 10 10½ 11 11½ 12

Height cm	179.3	139.7 143.5 147.3 151.1 154.9 158.8 162.6 166.4 170.2 174.0 (177.8) 181.6 185.4 189.2 193.0 196.9 200.7 204.5 208.3 212.1 215.9 219.7 223.5 227.3
Humerus width cm	7.20	5.19 5.34 5.49 5.64 5.78 5.93 6.07 6.22 6.37 6.51 6.65 6.80 6.95 7.09 (7.24) 7.38 7.53 7.67 7.82 7.97 8.11 8.25 8.40 8.55
Femur width cm	9.75	7.41 7.62 7.83 8.04 8.24 8.45 8.66 8.87 9.08 9.28 9.49 (9.70) 9.91 10.12 10.33 10.53 10.74 10.95 11.16 11.36 11.57 11.78 11.99 12.21
Biceps girth	33.9 − T = 33.3	23.7 24.4 25.0 25.7 26.3 27.0 27.7 28.3 29.0 29.7 30.3 31.0 31.6 32.2 (33.0) 33.6 34.3 35.0 35.6 36.3 37.0 37.6 38.3 39.0
Calf girth	37.6 − C = 37.1	27.7 28.5 29.3 30.1 30.8 31.6 32.4 33.2 33.9 34.7 35.5 36.3 (37.1) 37.8 38.6 39.4 40.2 41.0 41.7 42.5 43.3 44.1 44.9 45.6
		Mesomorphy: ½ 1 1½ 2 2½ 3 3½ 4 4½ 5 (5½) 6 6½ 7 7½ 8 8½ 9

Weight kg	= 69.2	Upper limit: 39.65 40.74 41.43 42.13 42.82 (43.48) 44.18 44.84 45.53 46.23 46.92 47.58 48.25 48.94 49.63 50.33 50.99 51.68
$HT / \sqrt[3]{WT}$	= 43.4	Mid-point: and 40.20 41.09 41.79 42.48 43.14 43.84 44.50 45.19 45.89 46.12 47.24 47.94 48.60 49.29 49.99 50.68 51.34
		Lower limit: below 39.66 40.75 41.44 42.14 42.83 43.49 44.19 44.85 45.54 46.24 46.93 47.59 48.26 48.95 49.64 50.34 51.00
		Ectomorphy: ½ 1 1½ 2 2½ (3) 3½ 4 4½ 5 5½ 6 6½ 7 7½ 8 8½ 9

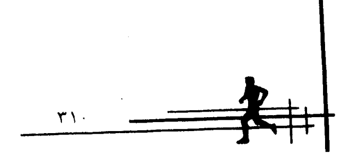
	ENDOMORPHY	MESOMORPHY	ECTOMORPHY	
Anthropometric Somatotype	1½	5½	3	BY: L.C.
Anthropometric plus Photoscopic Somatotype				RATER:

* Biceps girth in cm corrected for fat by subtracting triceps skinfold value expressed in cm.
Calf girth in cm corrected for fat by subtracting medial calf skinfold value expressed in cm.

شكل رقم (٦٥)

بطاقة تسجيل نمط الجسم لهيث ـ كارتر

عن: (Carter and Heath, 1990)



$$= \text{مجموع سمك ثنايا الجلد فى المناطق الثلاث} \times \frac{170,18}{\text{طول المختبر بالسنتيمتر}}$$

$$= 18,1 \times \frac{170,18}{178,3} = 17,3 \text{ مم}$$

٤ ـ أمام مكون السمنة على اليمين ثلاثة صفوف أفقية من الأرقام..،

ـ الصف الأول (أفقى) Upper Limit، ويبدأ بالأرقام ٩ر ١٠، ١٤,٩، ١٨,٩ . . . حتى ٢٤,٠ مم فى اتجاه متزايد إلى اليمين.

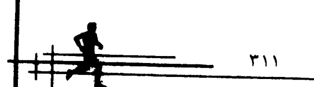
ـ الصف الثانى (أفقى) Mid Point، ويبدأ بالأرقام ٩,٠، ١٣,٠، ١٧,٠ . . حتى ١٩٦،٠ مم فى اتجاه متزايد إلى اليمين.

ـ الصف الثالث (أفقى) Lower Limit، ويبدأ بالأرقام ٧,٠، ١١,٠، ١٥,٠ . . . حتى ١٨٨,٠ مم، فى اتجاه متزايد إلى اليمين.

يتم البحث فى هذه الصفوف الثلاثة عن أقرب رقم لمجموع سمك ثنايا الجلد الثلاث (بعد التصحيح) السابق ذكره فى الخطوة السابقة..، وهو وفقا للمثال المعروض = ١٧,٣ ..، ضع دائرة بالقلم الرصاص حول الرقم الذى ستجده موجودا فى الصف الثانى Mid Point عند الرقم ١٧,٠ فهو الرقم الأقرب.

٥ ـ أسفل الصفوف الثلاثة سابقة الذكر يوجد صف رابع يمثل المحصلة النهائية لمكونة السمنة Endomorphy يبدأ بالأرقام ١، ١,٥، ٢، ٢,٥ . . . حتى ١٢,٠ فى اتجاه متزايد إلى اليمين.

بعد تحديد الرقم فى الخطوة السابقة (١٧,٠ فى المثال) نهبط عموديا على صف المحصلة النهائية لمكون السمنة لنضع دائرة حول الرقم الذى يقابلنا مباشرة..، وهو فى المثال (١,٥) وهكذا نكون حصلنا على تقدير مكون السمنة.



ثانيا: تقدير مكون العضلية Mesomorphy Rating

(الخطوات من ٦ : ١٠)

٦ - تسجيل قياسات الطول، وعرض العضد، وعرض الفخذ، ومحيط العضد، ومحيط سمانة الساق فى الأماكن المخصصة لذلك فى الجهة اليسرى من الجزء المتوسط الخاص بمكون العضلية..، وهى وفقا للمثال الموضح بالشكل رقم(٦٥) كما يلى:

- الطول بالسنتيمتر Height (cm) ١٧٨,٣ سم.
- عرض العضد بالسنتيمتر Humerus Width (cm) ٧,٢٠ سم.
- عرض الفخذ بالسنتيمتر Femur Width (cm) ٩,٧٥ سم.
- محيط العضد بالسنتيمتر Biceps Girth (cm) ٣٣,٩ سم.
- محيط سمانة الساق بالسنتيمتر Calf Girth (cm) ٣٧,٦ سم.

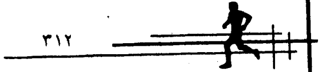
يتم إجراء التصحيح على القياسات العرضية والمحيطية مع سمك ثنايا الجلد وفقا لما يلى:

- التصحيح الأول: محيط العضد مطروحا من سمك ثنايا الجلد فى منطقة خلف العضد **(تحويل قيمة سمك ثنايا الجلد من المليمتر إلى السنتيمتر بقسمتها على ١٠) ويسجل الناتج فى المكان المخصص لذلك.**

- التصحيح الثانى: محيط سمانة الساق مطروحا من سمك ثنايا جلد سمانة الساق **(تحول قيمة سمك ثنايا الجلد من المليمتر إلى السنتيمتر بقسمتها على ١٠)** ويسجل الناتج فى المكان المخصص لذلك.

فى المثال المعروض تجرى المعالجات الحسابية كما يلى:

* تحويل سمك ثنايا الجلد فى منطقة خلف العضد المحسوبة بالمليمتر إلى السنتيمتر = $\frac{٦,٤}{١٠}$ = ٠,٦٤ سم.



* **تحويل سـمك ثنايا الجلد فى منطقة سـمانة الساق المحـسوبة بالمليمتر إلى** السنتيمتر = $\frac{٥,٢}{١٠}$ = ٠,٥٢ سم.

* **التحويل الأول:**

= محيط العضد - دهن خلف العضد

= ٣٣,٩ - ٠,٦٤ = ٣٣,٣

* **التحويل الثانى:**

= محيط السمانة - دهن السمانة

= ٣٧,٦ - ٠,٥٢ = ٣٧,١

* يسجل الرقمان ٣٣,٣، ٣٧,١ فى المسـتطيلين المخصصين لذلك بالشكل رقم (٢٠).

٧ - أمام مكون العضلة على اليمين خمسة صفوف أفقية من الأرقام:

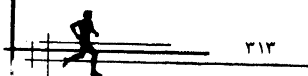
- الصف الأول يـبـدأ بالأرقـام ١٣٩,٧، ١٤٣,٥، ١٤٧,٣... حـتى ٢٢٧,٣ فى اتجاه متزايد إلى اليمين وهذا الصف من الأرقام مخصص للطول.

- الصف الثـانى يبدأ بالأرقام ٥,١٩، ٥,٣٤، ٥,٤٩.. حـتى ٨,٥٥ فى اتجاه متزايد إلى اليمين..، وهذا الصف مخصص لعرض الفخذ.

- الصف الـثـالث يبـدأ بـالأرقـام ٧,٤١، ٧,٦٢، ٧,٨٣.. حـتى ١٢,٢١..، فى اتجـاه متـزايد إلى اليمـين..، وهذا الصف مـخصص لعـرض الفخذ.

- الصف الرابع يبدأ بالأرقام ٢٣,٧، ٢٤,٤، ٢٥,٠، ٢٥,٧. ٢٦,٣.. حتى ٣٩,٠..، فى اتجـاه متزايد إلى اليـمين..، وهذا الصف مخـصص لمحيط العضد.

- الصف الخامس يبـدأ بالأرقام ٢٧,٧، ٢٨,٥، ٢٩,٣، ٣٠,١... حتى ٤٥,٦..، فى اتجاه مـتزايد إلى الـيمين، وهذا الـصف مخصـص لمحيط سمانة الساق.



أشـرنا إلى أن الصف الأول مـخـصص للطول. . ، تابع أرقـام هذا الصف (الأول) حـتى تصل إلى أقـرب رقم إلى طول المختبـر وضع حـوله دائرة بالقلم الرصاص، وهو وفقاً للمثال المعروض فى الشكل رقم (٢٠) = ١٧٧,٨ .

فوق هذا الصف (الأول) يوجد تقـسيم سنتيمترى بواقع نصف سنتـيمتر بين كل علامة والأخـرى. ويوضع سهم عمودى (مـتجه لأسفل) على العـلامة العليا للرقم المحدد (فى المثال ١٧٧,٨). . ، ويمـكن وضع السهم بين علامتين لتـحقيق دقة أفـضل كما هو الحـال فى المثال المعروض بالشـكل رقم (٢٠) حيث إن الطول الحقيـقى للمختبر ١٧٨,٣ سم، والـدائرة موضوعة حول الرقم ١٧٧,٨ باعـتباره أقرب الأرقام الموجودة فى الصف الأول.

٨ ـ مثلما فعلنا فى الطول يكون الأمر مع باقى القياسات المخصصة للمركبة العضلية وهى (عرض العضد، عرض الفخذ، محيط العضد بعد التصحيح، محيط سمانة السـاق بعد التصحـيح) وهى وفقا للمثـال على التوالى ١٧٨,٣، ٧,٢٠، ٩,٧٥، ٣٣,٢، ٣٧,١.

ـ ضع دائرة بالقلم الـرصاص حـول أقـرب رقم فى الصف الثـانى الأفـقى لقياس عرض العضد. . ، وهو فى المثال ٧,٢٤.

ـ ضع دائرة بالقلم الرصـاص حـول أقرب رقم فى الصـف الثالث الأفـقى لقياس عرض الفخذ. . ، وهو فى المثال ٩,٧٠.

ـ ضع دائرة بالقلـم الرصـاص حول أقـرب رقـم فى الصف الرابع الأفـقى لقياس محيط العضد بعد تصحيحه. . ، وهو فى المثال ٣٣,٠.

ـ ضع دائرة بالقلم الـرصاص حـول أقـرب رقم فى الصف الثـانى الأفـقى لقياس محيط سمانة الساق. . ، وهو فى المثال ٣٧,١.

فى التحديدات السابقة وعند اختـيار أقرب الأرقام إذا جاء الرقم المسجل فى المنتصف بين رقمين midway between two values (أعلى وأقل) يفـضل وضع الدائرة حـول الرقم الأقل. . ، ولقد اتبع هذا الإجـراء لكون القيـاسات المحيـطية والبُعدية قد حسبت فى ضوء قيمتها العظمى.

٩ ـ فيما يلى يتم التعامل مع الأعمدة Columns فقط وليس مع القيم الرقمية Numerical Values.

يحسب متوسط الانحراف average deviation للقيم التى تم وضع دوائر حولها (العروض والمحيطات) من القيمة الخاصة بعمود الطول المشار أعلاه بالسهم.

ويتم ذلك كما يلى:

أ ـ انحرافات القيم عن عمود الطول (السهم) جهة اليمين تمثل الانحرافات الموجبة Positive، والانحرافات التى على اليسار تمثل الانحرافات السالبة negative.

ب ـ حساب المجموع الحسابى للانحرافات . . ، ويرمز له بالرمز (د) . .

جـ ـ باستخدام المعادلة التالية يتم الحصول على قيمة مكون العضلية:

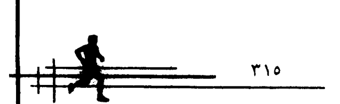
مكون العضلية = $\left(\frac{د}{٨}\right) + ٤$

د ـ ضع دائرة بالقلم الرصاص حول القيمة المستخلصة من المعادلة السابقة فى الصف السادس الأفقى الذى يمثل المكون العضلى Mesomorphy الذى يبدأ من ٠,٥ درجة وينتهى بتسع درجات . . وذلك إلى أقرب نصف درجة nearest one half rating unit ـ بتطبيق ما سبق على المثال المعروض فى الشكل يتضح أن جميع الانحرافات المشاهدة تمثل انحرافات موجبة . . ، وعلى الشكل فإن مجموع الانحرفات = ٤ + ١ + ٤ + ٢ = ١١ .

وبتطبيق المعادلة تصبح قيمة مكون العضلية

= $\left(\frac{١١}{٨}\right) + ٤$ = ٥,٣٧٥ درجة.

وبتقريب القيمة إلى أقرب نصف درجة توضع الدائرة حول الرقم ٥,٥ درجة . . ، وهو يمثل قيمة مكون العضلية المستهدف.



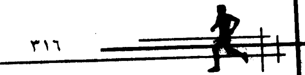
١٠ ـ ضع دائرة بالقلم الرصاص حول أقرب قيمة للمكون العضلى التى تم حسابها فى الخطوة السابقة، إذا كـانت النقطة فى المنتصف تماما ما بين قيم نقطتين The point is exactly midway bettween two rating points يتم تسجيل القيمة الأقرب إلى الـرقم (٤) فى الصف الأفقى السـادس، وهذا التراجع يعـتبـر إجراء تحفظيا لتجنب القيم العظمى الزائفة against spuriously extremeratings.

ثالثا ـ تقدير مكون النحافة Ectomorphy Rating:

(الخطوات ١١ : ١٤)

١١ ـ تسجيل قيمة الوزن بالكيـلو جرام فى الجزء الخاص بمكون النحافة. . ، وهى كما فى المثال ٦٩,٢ كجم.

١٢ ـ تسجيل قيمة معدل الطول ـ الوزن HWR (مؤشر بوندرال) من خلال المعادلة



$$\frac{\text{الطول بالسنتيمتر}}{\sqrt[3]{\text{الوزن بالكيلو جرام}}}$$

. ويتم ذلك من خلال الرسم البـيانى Nomograph الموضح فى الـشكل رقم (٦٤) أو بـحســابـها Calculation مبـاشرة كما يـلى وفـقا للمثـال المعروض فى الشكل رقم (٢٠)

$$٤٣,٤ = \frac{١٧٨,٣}{\sqrt[3]{٦٩,٢}}$$

ثم قم بتسجيل النتيجة فى المستطيل المخصص لذلك على الجانب الأيسر من منطقة النمط النحيف.

١٣ ـ على يمـين قـيم الطول ومـعـدل الطول ـ الوزن HWR يوجـد ثلاثة صفوف أفقية:

ـ الصف الأول يبدأ بالقيم ٣٩,٦٥، ٤٠,٧٤، ٤١,٤٣، ٤٢,١٣ . . حتى ٥١,٦٨ . وهى قيم متزايدة إلى اليمين Upper Limit.

- الصف الثانى يبدأ بالقيم ٢. ٤، ٩ . ٤١ حتى ٥١,٣٤ وهى قيم متزايدة نحو اليمين Mid-Point

- الصف الثالث يبدأ بالقيم ٣٩,٦٦، ٧٥. ٤ حتى ٥١. وهى قيم متزايدة نحو اليمين Lower Limit

ضع دائرة بالقلم الرصاص حول أقرب قيمة لناتج معدل الطول - الوزن HWR (٤٣,٤) فى أحد الصفوف الثلاثة سابقة الذكر . وفقا للمثال فإن الدائرة قد وضعت حول الرقم ٤٨ و ٤٣ فى الصف الأول Upper Limit (لا تنظر إلى الرقم الزائد عن ٤).

١٤ - اهبط عموديًا لأسفل تحت القيمة المحددة فى الخطوة السابقة (٤٣,٤٨) على الصف الرابع الذى يمثل المحصلة النهائية لمكون النحافة Ectomorphy وضع دائرة حول القيمة التى ستقابلك. وهى فى المثال المعروض بالشكل رقم (٢٠) = ٣ وهى القيمة التى تمثل مكون النحافة.

نمط الجسم الأنثروبومترى The Anthropometric Somatotype

١٥ - سجل المحصلة النهائية للمكونات الثلاثة فى أسفل الاستمارة المعروضة فى الشكل رقم (٢٠). وهى وفقا للمثال المعروض:

- مكون السمنة Endomorphy = ١,٥ .
- مكون العضلية Mesomorphy = ٥,٥ .
- مكون النحافة Ectomorphy = ٣ .

١٦ - النمط الجسمى الأنثروبومترى هو (٣ - ٥,٥ - ١,٥).

ثالثا - طريقة نمط الجسم الأنثروبومترى باستخدام المعادلات الرياضية (هيث - كارتر)

Heath - Carter Equations for Calculating The Anthropometric Somatotype

أولاً - القياسات والتعديلات:

توصل هيث - كارتر Heath - Carter إلى المعادلات التالية لحساب مكونات نمط الجسم الثلاثة (سمين، عضلى، نحيف) باستخدام الوحدات المترية metric units

وقبل استخدام المعادلات يجب استيفاء القياسات والتصحيحات التالية:

١ - قياس الطول (سم).

٢ - قياس الوزن (كجم).

٣ - استخراج معدل الطول - الوزن **HWR** من المعادلة:

$$\frac{\text{الطول (سم)}}{\sqrt[3]{\text{الوزن (كجم)}}}$$

وذلك باستخدام الشكل الهندسى Nomograph المعروض بالشكل رقم (٦٤) أو بحسابها مباشرة من المعادلة.

٤ - قياسات سمك ثنايا الجلد التالية:

أ - سمك ثنية الجلد خلف العضد (مم).

ب - سمك ثنية الجلد أسفل اللوح (مم).

جـ - سمك ثنية الجلد أعلى بروز العظم الحرقفى (مم).

د - سمك ثنية جلد سمانة الساق (مم)

٥ - القياسات العرضية التالية:

أ - عرض ما بين لقمتى عظم العضد (سم).

ب - عرض ما بين لقمتى عظم الفخذ (سم).

٦ - القياسات المحيطية التالية:

أ - محيط العضد (سم).

ب - محيط سمانة الساق (سم).

٧ - إجراء التصحيحات التالية على القياسات:

أ - تصحيح الطول للمكون السمين.. وتستخدم المعادلة التالية:

تصحيح الطول لمكون السمنة = مجموع قياسات الدهون الثلاثة (خلف العضد + أسفل اللوح + أعلى بروز العظم الحرقفى) × $\frac{\text{١٧٠,١٨}}{\text{الطول (سم)}}$.

ب ـ تصحيح محيط العضد:

١ ـ **تحويل قياس سمك دهن خلف العضد من المليمتر إلى السنتيمتر** (بالقسمة على ١٠).

٢ ـ يطرح الناتج السابق من محيط العضد.

جـ ـ تصحيح محيط سمانة الساق:

١ ـ **تحويل قياس سمك دهن سمانة الساق من المليمتر إلى السنتيمتر** (بالقسمة على ١٠).

٢ ـ يطرح الناتج السابق من محيط سمانة الساق.

ثانياً ـ المعادلات:

فيما يلى مواصفات المعادلات التى وضعها هيث ـ كارتر لتقدير مكونات الجسم الثلاثة السمين والعضلى والنحيف.

١ ـ معادلة مكون السمنة Endomorphic Equation

النمط السمين = ـ٠,٧١٨٢ + ٠,١٤٥١ (x) ـ ٠,٠٠٠٦٨ ($x^{٢}$) + ٠,٠٠٠٠٠١٤ ($x^{٣}$).

حيث (x) = مجموع قياسات الدهون الثلاثة (خلف العضد + أسفل اللوح + أعلى بروز العظم الحرقفى).

(*) لاحظ تصحيح الطول بالنسبة للنمط السمين.

٢ ـ معادلة مكون العضلية Mesomorphic Equation

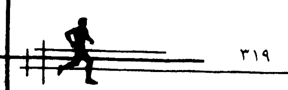
النمط العضلى = [(٠,٨٥٨ × عرض العضد) + (٠,٦٠١ + عرض الفخذ) + (٠,١٨٨ × محيط العضد بعد التصحيح) + (٠,١٦١ × محيط السمانة بعد التصحيح)] - (الطول ×٠,١٣١) + ٤,٥٠.

(*) لاحظ تصحيحات محيط العضد ومحيط السمانة.

٣ ـ معادلة مكون النحافة Ectomorphic Equation

النمط النحيف = معدل الطول إلى الوزن HWR × ٠,٧٣٢ - ٢٨,٥٨

ويلاحظ ما يلى:



أ - فى حالة ما إذا كان معدل الطول - الوزن HWR ٤٠,٧٥ تطبق المعادلة السابقة مباشرة.

ب - فى حالة ما إذا كان معدل الطول - الوزن HWR أقل من ٤٠,٧٥ وأكثر من ٣٨,٢٥٠٠، تطبق المعادلة التالية لاستخراج النمط النحيف:

النمط النحيف = معدل الطول - الوزن HWR × ٠,٤٦٣ - ١٧,٦٣.

جـ - فى حالة ما إذا كان معدل الطول - الوزن HWR أقل من ٣٨,٢٥ يعطى النمط (٠,١) مباشرة كنتيجة نهائية لمكون النحافة.

ثالثاً - اعتبارات هامة:

١ - يجب استخدام القياسات المترية metric units فى هذه الطريقة.

٢ - معادلة المكون السمين من معادلات الدرجة الثالثة Third degree paly-nomial.

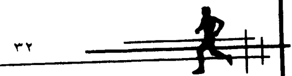
٣ - معادلتا المكون العضلى والمكون النحيف خطية Linear إذا كان معدل الطول - الوزن HWR أكبر من ٤٠,٧٤.

٤ - إذا كان معدل الطول - الوزن HWR أقل من ٤٠,٧٥ يجب استخدام المعادلة المعدلة different equation السابق الإشارة إليها.

٥ - إذا كان ناتج حساب أى مكون any component (سمين أو عضلى أو نحيف) يساوى صفرا Zero أو قيمة سلبية negative يسجل كناتج لهذا المكون (١و٠) مباشرة، ويرجع ذلك لكون الواقع يشير إلى عدم وجود أى قيم صفرية أو سلبية لأى مكون من مكونات نمط الجسم الثلاثة. وهذا يختلف عما هو متبع فى نظام تقويم نمط الجسم عن طريق التصوير المجهرى Photoscopic حيث إن أقل قيمة لأى مكون من المكونات الثلاثة هى نصف درجة (٠,٥) وإذا شوهدت أى قيمة باستخدام نظام التصوير أقل من نصف درجة تعدل إلى نصف درجة.

٦ - القيم التى تقل عن ٠,١ مستبعد مشاهدتها فى مكونى السمنة والعضلية، ولكن مشاهدتها بالنسبة لمكون النحافة يعد أمراً غير مستبعد.

٧ - تقرب قيمة المكونات إلى أقرب عشر وحدة tenth unit، أو لأقرب نصف وحدة one-half unit .. وهذا يتوقف على أغراض القياس.



ثانيا- حجم الجسم Body Size

١ - ماهية حجم الجسم

يشيـر مصطلح حجم الجسم ببسـاطة إلى الطول height، والكتلة mass أو الوزن weight للفرد.

فمثلا قصير short وصغير small، أو طويل tall وكبير large. . ، وأهمية معرفة أن الفرد قصير أو طويل short or tall، كبير أو صغير large or small، ثقيل أو خفيف heavy or light تتوقف تماما على نوع النشـاط الرياضى الممارس ومركز أو مكان اللاعب فى الملعب position أو المسابقة event التى يمارسها.

إن حجم الجسم متـغيـر ذو حدين فى الرياضـة، فهـو فى بعض الأنشطة الرياضية يمثل الميزة الكبرى والعامل الأول لإحراز التفوق والإبداع الرياضى، ومن أمـثلة ذلك جـمـيع مـسـابقـات الرمى فى ألعـاب القـوة (جلة، رمح، قـرص، مطرقة). . ، فى حين يعتـبر الحجم الكبير للجسم أكبر مـعوقات الأداء الحركى فى أنشطة رياضية أخرى مثل الجمباز وجرى المسافات فى ألعاب القوى والباليه المائى.

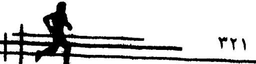
إن اللاعب الذى طوله ستة أقدام وثلاث بوصات يعتبر قصيرا نسبيا كلاعب كرة سلة محترف، ونفس اللاعب يعتبر طويلا نسـبيا كلاعب جرى مسافات طويلة long-distance runner فى مسابقات الميدان والمضمار.

وبالمثل اللاعب الذى وزنه ٢٣٠ رطلا يعـتبر ثقـيلا نسبـيا لمركز الظهـير فى المربع الخلفى quarterback فى لعبة كرة القـدم الأمريكية، وهو نفسه يعتبر خـفيفا كمدافع فى نهاية الخط الخلفى drefensive end فى نفس اللعبـة. . ، أى أن الأمر يرتبط أيضا بمراكز اللعب.

مما سبق تتـضح أهمية حـجم الجسم Body Size فى المجـال الرياضى. . ، فأهميته نسبـية وفقا لنوع الرياضة Sport، وكذلك يتباين وفـقا لمراكز اللعب position أو نوع المسابقة event فى نوع الرياضة الواحدة.

٢ - الوزن Weight

الوزن عنصر هام فى الحياة، ويتضح ذلك من نتائج بعض الدراسات الطبية التى تشيـر إلى أن أى زيادة فى الوزن عن المعدل الطبيعى لمن تجـاوز سن الأربعين



تؤدى إلى قصر العمر. فقد وجد أن حدوث زيادة فى الوزن بمقدار خمسة كيلو جرامات يقلل من العمر بمقدار ٨٪، وإذا ارتفعت الزيادة إلى ١٥ كيلوجرام يقل العمر بنسبة ٣٠٪.

وفى دراسة أخرى ثبت أن ٨٠٪ من المصابين بالسمنة يعانون من ارتفاع ضغط الدم، وإن ٦٠٪ منهم مصابون بضيق فى شرايين القلب.

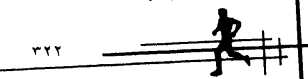
كما وجد أن كل كيلو جرام واحد زيادة فى الوزن عن المعدل الطبيعى يعادل خطورة الضرر الناتج عن تدخين ٢٥ سيجارة.

هذا وتمثل أى زيادة فى الوزن أعباء إضافية على القلب، فالشرايين التى يحتويها الجسم يبلغ طولها حوالى ٢٥ كيلو متر، فإذا زاد الوزن كيلو جرام واحدا عن معدله الطبيعى يتحتم على القلب أن يدفع الدم عبر ميلين إضافيين من الشرايين لتغذية هذه الزيادة.

والوزن عنصر هام فى النشاط الرياضى أيضا، إذ يلعب دورا هاما فى جميع الأنشطة الرياضية تقريبا، لدرجة أن بعض الأنشطة الرياضية تعتمد أساسا على الوزن، مما دعا القائمين عليها إلى تصنيف متسابقيها تبعا لأوزانهم كالمصارعة والملاكمة والجودو ورفع الأثقال، وهذا يعطى انعكاساً واضحاً عن مدى تأثير الوزن فى نتائج ومستويات الأرقام.

وقد تكون زيادة الوزن مطلوبة فى بعض الأنشطة الرياضية، كما أنها قد تكون معوقة فى البعض الآخر. فمثلا زيادة الوزن قد تكون مطلوبة للاعب الجلة، ولكنها معوقة للاعب الماراثون الذى يجرى ٤٢,١٩٥ كيلومتر.، إذ يمثل الوزن الزائد بالنسبة للاعب هذه المسابقة عبئا يرهقه طيلة فترة السباق.

فى هذا الخصوص يقول مك كلوى McCloy أن زيادة الوزن بمقدار ٢٥٪ عما يجب أن يكون عليه اللاعب فى بعض الألعاب يمثل عبئا يؤدى إلى سرعة إصابته بالتعب. كما ثبت من بعض البحوث أن نقص $\frac{1}{3}$ من وزن المتسابق يعتبر مؤشرا لبداية الإجهاد.



وللوزن أهميه كبيـرة فى عملية التصنيف Classification، حيث أشـار إلى ذلك مك كلوى McCloy، ونيلسون Neilson، وكازنز Cazens، حيث ظل الوزن قاسما مشتركا أعظم فى المعـادلات التى وضعها مك كلوى واستخدمت بنجاح فى المراحل الدراسية المختلفة (ابتدائى، إعدادى، ثانوى، جامعة)(*) كما أن الوزن كان ضمن العوامل التى تضمنـتها معادلة نيلسون وكازنز لتـصنيف التلاميذ فى المراحل المختلفة(**).

هذا، وقـد ثبت علمـيا ارتـباط الوزن بالنمـو والنضج واللـياقـة الحـركيـة والاستـعداد الحركى عمـوما، وأظهرت البـحوث ما يعـرف بالوزن النسبى والوزن النوعى، وكلها اصطلاحات فنية جاءت نتيجة دراسات مستفيضة حول أهمية الوزن فى مجالات التربية البدنية والرياضية.

٣ ـ الطول Height

يعتبـر الطول ذا أهمية كبـرى فى العديد من الأنشطة الرياضيـة، سواء كان الطول الكلى للجســم كما هو الحال فى كـرة السلة والكرة الطائرة، أو طول بعض أطراف الجـسم كطول الذراعين وأهمـيتـه للمـلاكم وطول الرجلين وأهميـة ذلك للاعب الحواجز.

كما أن تناسق طول الأطراف مع بعضها البـعض له أهمية بالغة فى اكتساب التوافقات العضلية العصبية فى معظم الأنشطة الرياضية.

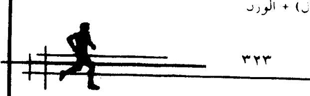
وقد تقل أهمـية طول القامـة فى بعض الأنشطة، حيث يؤدى طول القـامة المفرط إلى ضعف القدرة على الاتزان، وذلك لبعد مركز الثقل عن الأرض. لذلك يعتبر الأفـراد قصيرو القامة أكثر قـدرة على الاتزان فى معظم الأحوال من الأفراد طوال القامة.

هذا، وقد أثبـتت العديد من البحـوث ارتباط الطول بكل من السن والوزن والرشاقة والدقة والاتزان والذكاء.

(*) معادلات مك كلوى

- ابتدائى = (١ × السن) + الوزن
- ثانوى (إعدادى وثانوى) = (٢ × السن) + (٦ × الطول) + الوزن
- الكليات = (٦ × الطول) + الوزن

(**) جميع المراحل = (٢ × السن) + (٥.٥٥ × الطول) + الوزن



ثالثاً ـ تكوين الجسم Body Composition

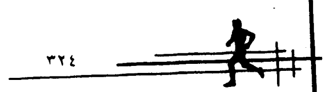
١ ــ ماهية تكوين الجسم:

يضيف مصطلح تكوين الجسم Body Composition بعدا جديدا لفهم الفرد الرياضى لنفسه، فمثلا معرفة أن اللاعب يزن ٢٠٠ رطل قد لا تعنى كثيرا للاعب أو المدرب، ولكن إذا أضيف إلى ذلك أن عشـرة أرطال فقط دهون والباقى وقدره ١٩٠ رطلا خالية من الشحـوم فإن ذلك يمدنـا بمزيد من المعلومات الهـامة التى يمكن استخدامها فى قـياس مدى إمكانية اللاعب الرياضى فى الوصول إلى أقصى لياقة لأدائه الرياضى.

فـى ضـوء هـذا التـوزيـع يعرف أن ٥٪ فـقـط من وزن جسـم هـذا اللاعب ($\frac{١}{٢٠٠}$ × ١٠٠) دهون، وهذه النسبة المنخـفضة تمثل نسبة نموذجيـة لحجم وجود الدهون فى جـسم الفرد الرياضى..، وفى هذا الإطار فـإن هذا اللاعب يدرك أن وزن جسمه ليس مشكلة وأنه فى وضع يسمح له بألا يهتم بإنقاص وزنه.

ولو أخذنا مثلا آخـر للاعب فى نفس الوزن (٢٠٠ رطل) ولكنها تضم ٥٠ رطلا من الدهون والباقى وقدره ١٥٠ رطلا خاليـة من الشحوم. فإن هذا يعنى أنه يملك ٢٥٪ من وزن جسمـه شحوم. وهذا بالطبع يمثل مـشكلة خطيرة فى الوزن لما لهذه النسـبة العاليـة من الشحوم من تأثيـر سلبى على الأداء الرياضى للاعب. فمن المعروف والثابت علميا أنه كلمـا زادت نسبة الشحوم فى جسم الفرد الرياضى قل مسـتوى الأداء. أى أن هناك علاقة عكسـية بين نسبة وجـود الدهن فى الجسم ومستوى أداء الفرد الرياضى.

لذلك فإن القـياس الدقيق لـتكوين الجسم Body Composition لدى الفرد الرياضى يعطى معلومات ذات قيمة عالية فى شأن تحديد الوزن المثالى الذى يستطيع اللاعب عنده أن يصل إلى ما يسمى بالفورمة الرياضية..، وهذا أمر ضرورى فيما يتعلق بعمليات التكيف مع التدريب adaptation to exercise



الوزن الكلى للفرد total weight يتكون من:

- وزن الدهن Fat weight.

- وزن ما هو خال من الشحم Lean weight.

وزن ما هو خال من الشحم Lean Weight مصطلح يتضمن كل أنسجة الجسم Body tissue التى ليست شحما مثل العضلات muscle ، والعظام bone، والجلد skin، وزن الأعضاء weight of the organs.

ومن حسن الحظ أنه نتيجة التدريب الرياضى وعمليات زيادة وإنقاص الوزن gains and losses فإن كتلة الشحم والعضلات هى التى تتغير بصفة أساسية، ولذلك فإن أى تغير فى الوزن الخالى من الشحوم هو انعكاس عام للتغير فى كتلة العضلات.

٢ ـ نماذج تكوين الجسم Body Composition Models

يوجد أربعة نماذج لتكوين الجسم هى:

١ ـ النموذج الأول (انظر الشكل رقم "٦٦" الموديل الأول)

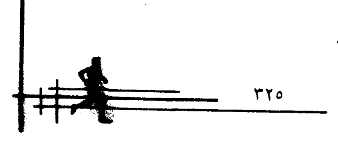
هو النموذج الكيميائى Chemical model ويتضمن:

- الدهن Fat.
- البروتين Protein.
- الكربوهيدرات CHO.
- الماء Water.
- الأملاح المعدنية Mineral.

٢ ـ النموذج الثانى (انظر الشكل رقم "٦٦" الموديل الثانى)

هو النموذج التشريحى Anatomical model ويتضمن:

- النسيج الدهنى Adipose tissue.
- العضلات Muscles.



- الأعضاء Organs.

- العظام Bone.

- مكونات أخرى Others.

٣ ـ النموذج الثالث (انظر الشكل رقم "٦٦" الموديل الثالث)

هو نموذج بيهنك Behnke ثنائى التكوين 2-component ويتضمن:

- الدهن Fat.

- كتلة الجسم بدون الدهن Lean body mass.

٤ ـ النموذج الرابع (انظر الشكل رقم "٦٦" الموديل الرابع)

وهو نموذج ثنائى التكوين 2-component ويتضمن:

- كتلة الدهن Fat mass.

- كتلة الجسم بدون الدهن Fat-free mass.

ويتضح من الشكل رقم (٦٦) أن النموذجين الأول والثانى يقسمان الجسم إلى مكونات كيميائية ومكونات تشريحية، فى حين أن النموذجين الثالث والرابع يقسمان تكوين الجسم إلى مكونين أساسيين هما الدهن (أو كتلة الدهن) وكتلة الجسم بدون الدهن.

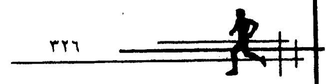
ويوضح النموذجان الثالث والرابع الفرق بين مصطلحين هامين هما:

١ ـ كتلة الجسم بدون الدهن Lean body mass.

٢ ـ الكتلة بدون الدهن Fat-free mass.

لقد اقترح بيهنك Behnke فى البداية مصطلح كتلة الجسم بدون الدهن Lean body mass وهو مصطلح يتضمن الدهون الضرورية، وهى كمية الدهن الضرورى لبقاء الإنسان حيا.

ولكن حاليا يتبنى معظم العلماء المصطلح الثانى وهو الكتلة بدون الدهن Fat-free mass حيث يتضمن هذا المصطلح:



أ ـ كتلة الدهن Fat mass.

ب ـ الكتلة الخالية من الدهن Fat free mass.

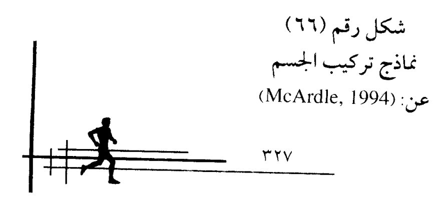
حيث يفهم تحت تعبير كتلة الدهن fat mass القيمة النسبية للدهن فى الجسم، أى نسبة الدهون فى الجسم relative body fat، ويعبر عنه بالنسبة المئوية لدهن الجسم.

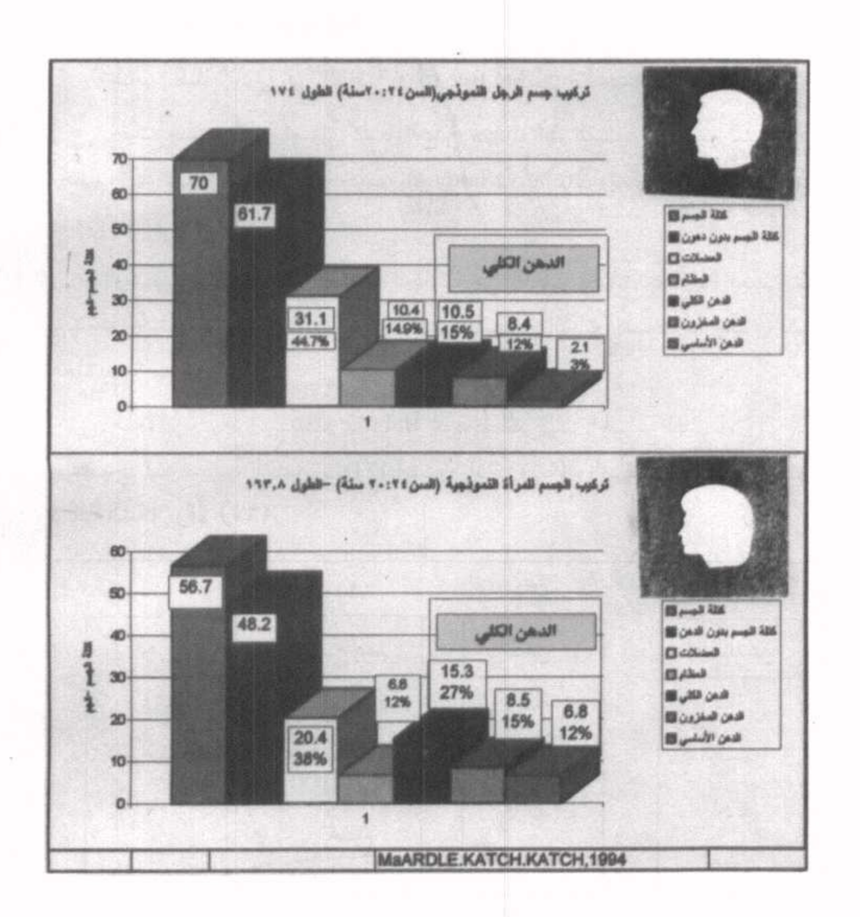
ويفهم تحت مصطلح الكتلة الخالية من الدهن fat free mass يعبر عنه بأنسجة الجسم الخالية من الدهن، وهذا هو المصطلح الشائع استخدامه والذى يتبناه العلماء.

هذا، ويعرض بيهنك Behnke نموذجا لتركيب الجسم للنساء والرجال موضحا فيه نسب الدهون (الأساسية، المخزونة) والعضلات والعظام..، **انظر الشكل رقم (٦٧).**

(١)	(٢)	(٣)	(٤)
دهن	نسيج دهنى	دهن	كتلة الدهن
بروتين	عضلات	كتلة الجسم بدون الدهن	كتلة الجسم بدون الدهن
كربوهيدرات	أعضاء		
ماء	عظام		
أملاح معدنية	مكونات أخرى		
النموذج الكيمائى	النموذج التشريحى	نموذج بيهنك ثنائى التكوين	النموذج ثنائى التكوين

شكل رقم (٦٦)
نماذج تركيب الجسم
عن: (McArdle, 1994)

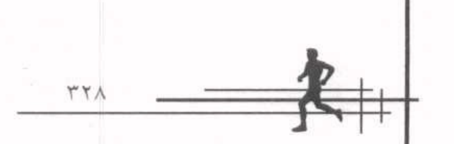




شكل رقم (٦٧)

نسب تركيب الجسم للرجال (علوى) والنساء (سفلى)

عن: (McArdle, 1994)



٣ ـ الدهون الأساسية والدهون المخزونة

تنقسم دهـون الجسم إلى دهون أساسية Essential fat ودهون مخزونة Storage fat.

وتوجد الدهون الأساسية فى النخاع العظمى والرئتين والقلب والأمعاء.. وتصل إلى ٣٪ عند الرجال، ١٢٪ عند النساء.

أما الدهون المخزونة فتتراكم وتخزن فى الأنسجة الدهنية فى الجسم Adipose Tissues حول بعض أجهزة الجسم وتحت الجلد Subcutaneous.

والجدير بالذكر أن نصف الدهون المخزونة فى الجسم توجد تحت الجلد، وهى تعطي مؤشرا إلى نسبة الدهون الكلية فى الجسم وتتجمع فى مناطق معينة أشهرها خلف العضد، وجانب الصدر، وتحت اللوح، والبطن، وفوق العظم الحرقفى، ومنتصف الفخذ، وسمانة الساق.

وتشير نتائج البحوث والدراسات إلى أن النسبة العامة لدهون الجسم Total Body Fat (TBF) تبلغ ١٥ـ٢٠ ٪ عند الرجال، ٢٢ـ٢٨ ٪ عند النساء، وتقل هذه النسبة عند الرياضيين لتصل فى المتوسط إلى ١٢٪ للرجال، ١٨٪ للنساء.

٤ ـ أماكن قياس الدهون فى الجسم ومعدلاتها لدى الرياضيين

فى دراسة أجريت لتقويم لياقة الجسم بدلالة الدهن والطول والوزن استخدم جهاز ممساك الدهن Skinfold Caliper لقياس سمك طبقات الجلد من منطقتين للإناث وثلاث مناطق للرجال **(شكل رقم ٦٨)** وهى :

١ ـ منطقة خلف العضد Triceps للرجال والنساء.

٢ ـ منطقة الصدر Chest للرجال.

٣ ـ منطقة أعلى بروز العظم الحرقفى للرجال والنساء.

وفى دراسة أخرى أجراها ريتشارد نيدلى Richard Needle وجون بورت John Burt على الإناث Female والذكور Male استخدم فيها جهاز ممساك الدهن من المناطق المحددة **بالشكل رقم (٦٩)** وهى:

١ ـ منطقة السطح الخلفى للعضد للجنسين. . ، وقد بلغت ١٦مم للإناث، ١٣مم للذكور.

٢ ـ منطقة أعلى بروز العظم الحرقفى للإناث. . ، وقد بلغت ١٩مم.

٣ ـ منطقة أسفل البطن للإناث. . ، وقد بلغت ١٩مم.

٤ ـ منطقة الفخذ من الأمام للإناث. . ، وقد بلغت ٢٦ مم.

٥ ـ منطقة أعلى الثدى للذكور. . ، وقد بلغت ١٥مم.

٦ ـ منطقة أسفل الثدى للإناث والذكور. . ، وقد بلغت لكليهما ١١مم.

٧ ـ منطقة أعلى البطن للذكور. . ، وقد بلغت ١٨مم.

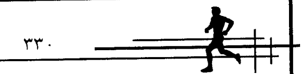
٨ ـ منطقة الفخذ من الأمام للذكور. . ، وقد بلغت ١٨ مم.

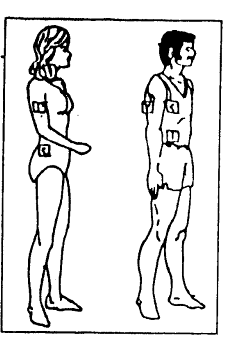
وفى دارسة أجراها بسكيرك Buskirk (١٩٧٤م) على الأبطال الرياضيين استخدم فيها جهاز ممساك الدهن Skinfold caliper لقياس سمك طبقات الدهون تحت الجلد لدى لاعبى مسابقات الميدان والمضمار (ألعاب القوى) والتمرينات والسباحة وكرة السلة وكرة القدم الأمريكية والبيسبول. . وكان القياس من منطقة الحافة السفلى لعظم اللوح. . ، وكانت أعلى النسب لدى الرجال عند لاعبى البيسبول، وأعلاها لدى النساء فى رياضة السباحة. . **والجدول رقم (٤٨)** يوضح هذه النسب للجنسين من الرياضيين.

جدول رقم (٤٨)

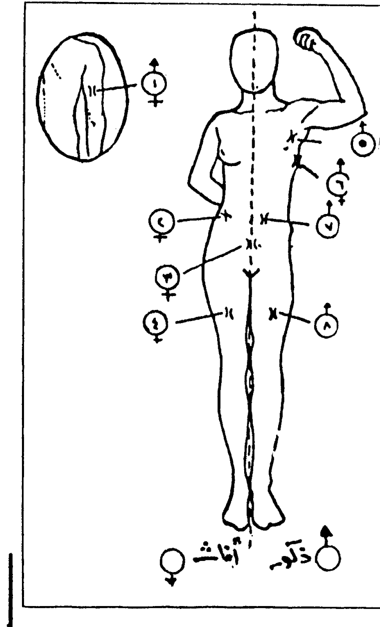
النسب المئوية لسمك الدهن لدى بعض الرياضيين فى بعض الألعاب

المسابقات	النسبة المئوية للرجال	النسبة المئوية للنساء
مسابقات الميدان والمضمار	٤ ـ ٩,٦ ٪	١٢ ـ ١٨ ٪
التمرينات	٤,٦ ٪	٩ ـ ١٧ ٪
السباحة	٧,٩ ٪	١٩ ـ ٢٦ ٪
كرة السلة	٧,٩ ـ ١٤,٢ ٪	٢٤ ٪
كرة القدم الأمريكية	٧,٩ ـ ١٤,٥ ٪	
البيسبول	١٢ ـ ١٤,٢ ٪	





شكل رقم (٦٨)
مناطق قياس الدهن للجنسين
عن: (محمد صبحي حسانين، ١٩٩٥)



شكل رقم (٦٩)
مناطق قياس الدهن للجنسين
عن : (محمد صبحي حسانين، ١٩٩٥م)

كمـا قام بإجراء عدة قـياسات على الرياضيـين من مناطق مختلفـة بالجسم وهى :

- منطقة خلف العضد (أعلى العضلة ذات الثلاث رءوس العضدية).
- منطقة البطن.
- منطقة أسفل اللوح.

فى ضوء مجـموع نسب الدهون فى المناطق الثلاث سابقـة الذكر حدد ثلاثة مستويات لمعدلات نسب الدهون فى هذه المناطق للرياضيين . . **الجدول رقم (٤٩)** يوضح هذه النسب.

جدول رقم (٤٩)

مستويات نسبة الدهون فى بعض المناطق للرياضيين

المستويات / مناطق الدهن	نحيف أقل من ٧ ٪	مقبول من ٧ ٪ إلى ١٥ ٪	زائد أكثر من ١٥ ٪
منطقة خلف العضد (مم)	أقل من ٧	٧ ـ ١٣	أكثر من ١٣
منطقة البطن (مم)	أقل من ٨	٨ ـ ١٥	أكثر من ١٥
منطقة اللوح (مم)	أقل من ١٠	١٠ ـ ٢٠	أكثر من ٢٠
المجموع (مم)	أقل من ٢٥	٢٥ ـ ٤٨	أكثر من ٤٨

وفى دراسات هيث ـ كارتر Heath-Carter الشهيرة فى مجال أنماط الأجسام تم استخدام المناطق التالية لقياس سمك طبقات الدهن تحت الجلد من مناطق :

١ ـ خلف العضد Triceps.

٢ ـ أسفل اللوح Subscapular.

٣ ـ أعلى بروز العظم الحرقفى Supraspinale.

٤ ـ سمانة الساق (من على السطح الأنسى) Medial Calf.

عموما. . ، يمكن عرض مناطق قياس طبقات الدهن تحت الجلد التالية على أنها أكثر المناطق استخداما وأكثرها دلالة:

- منطقة خلف العضد، فى منطقة العضلة ذات الثلاثة رءوس العضدية Tri-ceps . . ، وهى ثنيه جلدية رأسية Vertical.
- منطقة الصدر Chest. ، وهى ثنية جلدية مائلة Diagonal.
- منطقة أسفل عظم اللوح Subscapular. . ، وهى ثنية جلدية مائلة.
- منطقة البطن Abdominal، وهى ثنية جلدية رأسية.
- منطقة أعلى البروز الحرقفى للأمام Anterior Suprailiac. . ، وهى ثنية جلدية مائلة
- منطقة أعلى البروز الحرقفى Supraspinal. . ، وهى ثنية جلدية مائلة.
- منطقة الفخذ Thigh. . ، وهى ثنية جلدية رأسية.
- منطقة الجهة الإنسية لسمانة الساق Calf. . ، وهى ثنية جلدية رأسية.

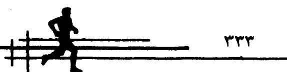
٥ ـ جهاز قياس سمك ثنايا الجلد وأسلوب القياس وشروطه:

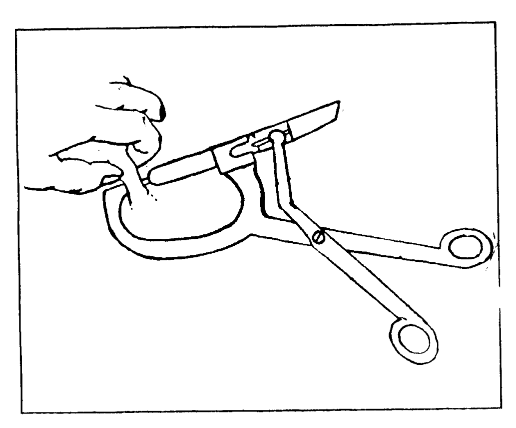
لقياس سمك ثنايا الجلد يستخدم جهاز ممساك الجلد أو جهاز سمك ثنايا الجلد Skinfold Caliper **(انظر الشكل رقم ٧٠).**

يوجد عدة أنواع من هذا الجهاز أشهرها جهاز هاربندن Harpenden **(انظر الشكل رقم ٧٢)**، حيث يتميز بقوة ضغط على طرفى الجهاز مقدارها ١جم/مم٢. . ، لذلك يعتبر هذا النوع أكثر الأنواع المتداولة من حيث الدقة، ولقد أشار هيث ـ كارتر إلى أنه فى حالة استخدام هذا الجهاز يكون تقريب القياس إلى أقرب ٠,١ مم، فى حين يكون التقريب فى أى نوع آخر إلى أقرب ٠,٥ مم.

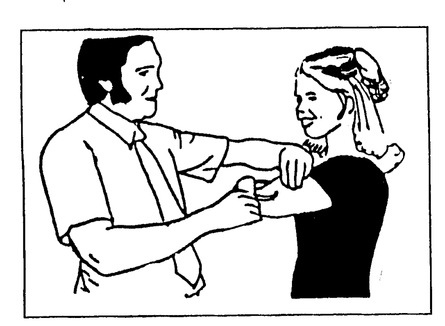
لأخذ القياسات واستخدام جهاز قياس سمك طبقات الدهن تحت الجلد يلزم اتباع التعليمات التالية بدقة **(انظر الشكل رقم ٧١)**:

١ ـ مسك الجهاز باليد اليمنى من المكان المخصص لذلك (المقبض) وفتحه إلى أقصى حد ممكن (إبعاد طرفى الجهاز إلى الحد الأقصى)

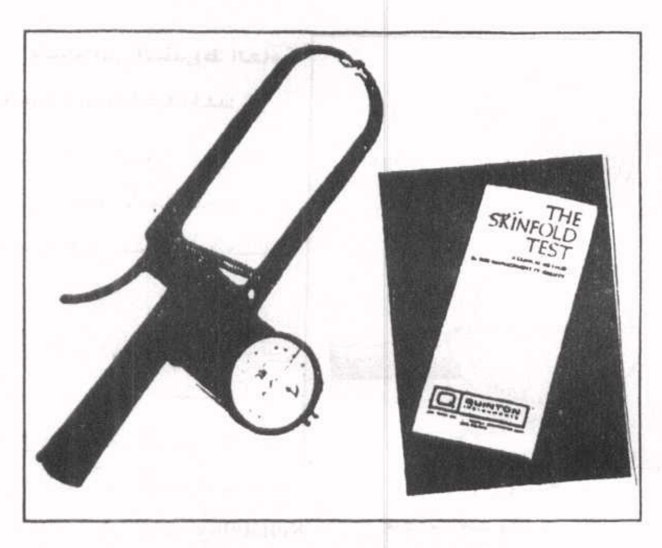




شكل رقم (٧٠)
جهاز قياس سمك طبقات الدهن تحت الجلد
عن: (محمد صبحي حسانين ، ١٩٩٥م)



شكل رقم (٧١)
أسلوب قياس الدهن
عن (محمد صبحي حسانين ، ١٩٩٥م)



شكل رقم (٧٢)

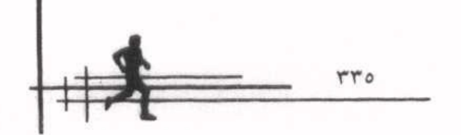
جهاز هاربندن Harpenden

عن: (محمد صبحى حسانين ، ١٩٩٥م)

٢ ـ مسك ورفع ثنية الجلد المراد قياسها بإبهام وسبابة اليد اليسرى من منطقة تبعد عن مكان القياس بحوالى ٢ سم (لفصل الثنية الجلدية عن العضلات وتهيئتها للقبض عليها بواسطة طرفى الجهاز) مع مراعاة اتجاه الثنية الجلدية (رأسى ـ مائل).

٣ ـ وضع طرفى الجهاز برفق على جانبى الثنية الجلدية المحبوسة (بواسطة إبهام وسبابة اليد اليسرى) وإطلاق الجهاز ليستقر طرفاه ممسكا بجانبى الثنية الجلدية، ثم قراءة المؤشر مباشرة.

٤ ـ بعد الانتهاء من قراءة المؤشر يبعد طرفا الجهاز عن الجلد برفق ويسحب للخارج ببطء لتجنب خدش الجلد . . ، ثم تسجل القراءة فى بطاقة التسجيل. **والشكل رقم (٧٣) يوضح منطقة الجلد الواجب حبسها بين طرفى الجهاز بحيث تتضمن الجلد والدهن دون العضلة والعظمة.**



وفيما يلى الشروط العامة لقياسات سمك ثنايا الجلد:

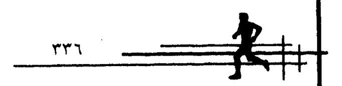
- إجراء جميع القياسات على الجانب الأيمن للجسم، وبخاصة عند استخدام العينات الكبيرة.

- إجراء القياس مرتين متتاليتين على كل منطقة قياس، ويسجل متوسط القياسين كنتيجة نهائية. . ، هذا الإجراء يسمح باستخراج معامل الثبات Reliability للقياس، حيث تمثل قيمة معامل الارتباط بين القياسين معامل الثبات، ولمزيد من الدقة والثبات يمكن أخذ ثلاثة قياسات متتالية Triplicate على منطقة القياس. . ، وفى هذه الحالة يسجل متوسط القياسات الثلاثة كنتيجة نهائية.

شكل رقم (٧٣)
منطقة الجلد والدهن المقاسة
عن: (McArdle, 1994)
Fat = الدهن
Bone = العظم
Muscle = العضلة
Skin = الجلد

- يجب إجراء جميع قياسات سمك ثنايا الجلد لدى المختبر وفقا لتسلسل واحد لا يتغير، ويتبع نفس التسلسل مع جميع الأفراد الخاضعين للقياس. فمثلا يتم القياس من أعلى إلى أسفل كما يلى: خلف العضد، أسفل اللوح، فوق العظم الحرقفى، سمانة الساق. . ، ويثبت هذا الترتيب على جميع أفراد عينة القياس.

- قبل وخلال عمليات القياس يجب التأكد من كون قوة ضغط طرفى جهاز قياس سمك ثنايا الجلد Skinfold caliper لا تقل عن ١٠جم/مم. ولجميع الأفراد إذا أمكن ذلك، على أن يكون القائم بالقياس ملما بأسلوب استخدام الجهاز وأماكن القياس.



ـ يجب توحيد وقت أخذ القياسات، وذلك إذا كانت القياسات سوف تؤخذ فى أكثـر من يوم واحد، لغرض تجنب الـتأثير المحتـمل على النتائج من اخـتلاف درجة الحرارة والتـغيرات الناتجة عن اختلاف المحـتوى المائى فى الجسم Hydration على مدار اليوم.

ـ قد يوجد تأثير للدورة الشهـرية للنساء البالغات على سمك ثنايا الجلد فى منطقة أسفل الجذع. . ، لذلك يفضل تجنب إجراء القياسات عليهن فى هذه الفترة.

ـ يجب تحديد أمـاكن القياس باستـخدام قلم فلومستـر، أو بأى أداة أخرى تسمح بإزالة العـلامة بسهولة بـعد إجراء القيـاس، مع مراعاة ما إذا كـانت الثنية الجلدية رأسية أو مائلة.

ـ مراعـاة أن يكون وضع جسم المخـتبر أثناء القـياس مطابقـا للتعليـمات، وكذلك العضو أو الجزء الذى يتضمن منطقة القياس المستهدفة.

ـ مراعـاة الأسلوب السليم لإجراء عـملية القيـاس من حيث مسك الجـهاز (باليد اليـمنى) ومسك ثنايا الجلد (باليـد اليسرى) وذلك وفقـا للتعليمـات السابق الإشارة إليها عندما تحدثنا عن أسلوب قياس سمك ثنايا الجلد.

الشكل رقم (٧٤) يوضح أماكن قياس الدهون فى بعض المناطق هى:

(ا) خلف العضد Triceps.

(ب) أسفل اللوح Subscapular.

(جـ) أعلى الشوكة Iliac.

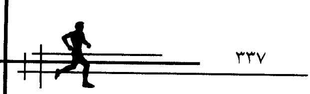
(د) على البطن Abdomen.

(هـ) على الفخذ Thigh.

٦ ـ أساليب قياس تكوين الجسم

Assessments of Body Compositon

قليل جدا من القياسات المباشرة قد تم بشأن تكوين الجسم، فالتحليل المباشر direct analysis يمكن القيام بـه على جسم ميت dead body فقط، أو جثة Ca- daver حتى يمكن تشريح الأنسجة المختلفـة فى الجسم بكل دقة. مثال لهذا الاتجاه فى تحديد تكوين الجسم بغرض استخراج الدهن الكلى للجسم total body fat من كـثافة الجسـم فـقـد اسـتـخلص بـروزك Brozck وزمـلاؤه بـواسطـة التـحليـل





شكل رقم (٧٤)
أماكن قياس الدهن
عن: (McArdle, 1994)

الكيـمائـى Chamical analysis لثـلاث جثـث three male cadavers من الرجال. . ، استخلص المعادلة التالية:

$$\text{الدهن الكلى للجسم (٪)} = ١٠٠ \left(\frac{٤,٥٧٠}{\text{الكثافة} - ٤,١٢٤} \right)$$

هذه إحدى الطرق الدقيقة لحساب الدهن الكلى للجسم، ولكنهاتتطلب وقتا وجهدا كبيرين، والجثث ليس من السهل الحصول عليها، أضف إلى ذلك أن هذا القياس بمجمله لا قيمة له بالنسبة للفرد أو صاحب الجثة التى يجرى عليها البحث.

بسـبب المشكلات المصـاحبـة والمتـرابطة بطرق وأسـاليب التحـليل المباشـر والاستـخدام المحدود نسبـيا للبيـانات الناتجة تم استنبـاط عدد من الأساليب غـير المباشرة للحصول على تقويم لتكوين الجسم البشرى.

غالبية الطرق والأسـاليب غير المباشرة لتقويم تكوين الجسم البـشرى قسمت الجسم إلى مكونين أو قسمين هما:

- وزن الجسم خاليا من الشحوم The lean body weight.
- وزن الشحوم The fat weight.

وهذه الأساليب المستخدمة فى قياس تكوين الجسم البشرى تنقسم إلى نوعين من القياس هما الأسـاليب المعملية والأساليب الميدانية. . ، وفـيما يلى شرح لكلا النوعين:

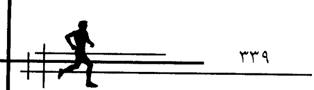
أ ـ القياس المعملى Laboratory Assessment

١ ـ طريقة تحديد كثافة الجسم:

* من المحتـمل أن الطريقة المعمليـة الأكثر استـعمالا والأدق لقـياس تكوين الجسم هى تحـديد كثافـة الجسم body density، وفى إطار فـكرة التكيـف المزمن للتدريب Chronic Adaptations to Exercise فإن كثـافة الجسم تحكمهـا المعادلة التالية:

$$\text{كثافة الجسم} = \frac{\text{وزن الجسم}}{\text{حيز الجسم}^{(*)}}$$

(*) شائع فى المراجع العربيـة ترجمة مصطلح body Volume على أنه حجم الجسـم، ولكن لعدم حدوث تداخل بين مصطلح حجم الجسم body Size السابق الحديث عنه ومصطلح body Volume فقد أطلقنا على الأخير مسمى «حيز الجسم».



وزن الجسم من السهل تحديده، أما حيز الجسم body volume فيمثل مشكلة فى حسـابه، ولكن يمكن تحديد حـيز الجسم بسـهولة فى المعـمل من خلال طرق عديدة أسـهلها وأرخصـها طريقة قـياس نقص وزن جسم الـفرد الرياضى فى الماء الذى اكتشفـه أرشميدس Archimedes الذى يعـبر عن حـيز الجـسم، إذ يتم وزن الرياضى وهـو مـغـمـور تماما تحـت الماء، ويطرح هذا الوزن من وزن جـسم الرياضى. . ، فهذا يعطى حيز الجسم.

وملخص شرح هذه الطريقة هو القيام بوزن الفرد الرياضى وهو مغمور تحت الماء، ثم يطرح هذا الوزن من وزن الجـسم خارج الماء فيكون ناتج الطرح هو حـيز الجسم. . ، **انظر الشكل رقم (٧٥)، والشكل رقم (٧٦). . أى:**

حيز الجسم = وزن الجسم (خـارج الماء) - وزن الجسم وهو مغمور فى الماء

ولكن يجب إجراء تصحيح معين لناتج المعادلة هو جمع حجم الهواء Volume of air المحبوس فى الرئتين على وزن الجسم تحت الماء قبل اسـتخدام المعادلة السابقة، وأسلوب قياس حجم الهواء المحبوس فى الرئتين ليس صعبا حتى لصغار الرياضيين ولقد تعرضنا له فى فصل سابق فى هذا الكتاب.

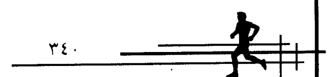
مثال توضيحى لحساب حيز الجسم:

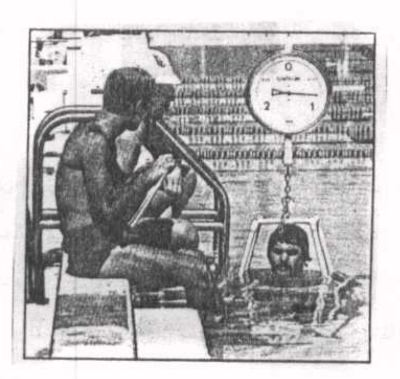
وجـد أن الشـخص الرياضى الـذى يزن ٢٠٠ رطل، يزن ١٢ رطلا فـقط عندما يغمـر تماما تحت الماء، وإن حجم الهواء المحبـوس فى الرئتين تحت الماء كان ١,٥ لتر.

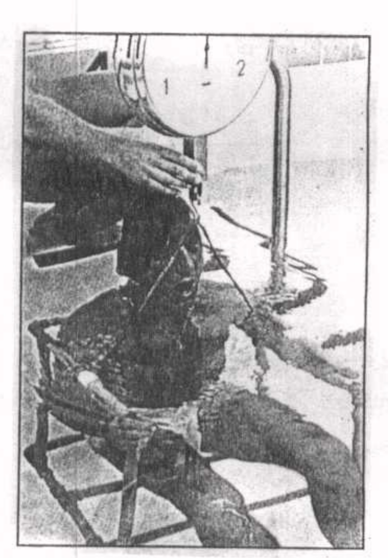
وحيث إن اللتـر من الماء يزن كيلوجراما واحـدا تقريبا، فمن السـهل تحويل الأوزان السابقة إلى وحدات مترية.

فى هـذا الإطار يصـبح وزن اللاعب ٩٠,٧ كـيلو جـرام، ووزنه تحت الماء ٥,٤ كيلو جرام.

ولأنه يوجد ١,٥ لتر من الهـواء محبوسا فى رئتيـه تسبب فى إعطائه مزيدا من الطفو وتسبب فى أن يزن أخف من وزنه الحقيقى تحت الماء فإن ما يساوى وزن

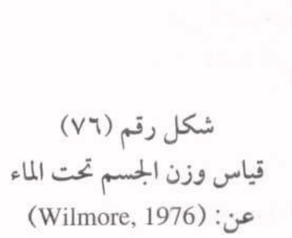






شكل رقم (٧٥)
وزن الجسم تحت الماء
عن: (MaArdle, 1994)





شكل رقم (٧٦)
قياس وزن الجسم تحت الماء
عن: (Wilmore, 1976)

١,٥ لتر هو ١,٥ كيلو جرام، وهذه القيمة يجب أن تضاف إلى وزن اللاعب تحت الماء، ومن ثم يصبح وزنه تحت الماء هو ٦,٩ كيلو جراما

أى = وزن اللاعب تحت الماء + حجم الهواء المحبوس فى الرئتين بالكيلو جرام

= ٥,٤ + ١,٥ = ٦,٩ كيلو جرام.

ولكون حيز الجسم body Volume يكون مساويا لما فقد من وزن اللاعب وهو مغمور فى الماء (حجم الماء المزاح بعد إضافة حجم الهواء المحبوس فى الرئتين إليه) فإن حيز الجسم لهذا الرياضى يكون:

حيز الجسم = وزن اللاعب خارج الماء - وزن اللاعب وهو مغمور فى الماء بعد إضافة حجم الهواء المحبوس فى الرئتين إليه.

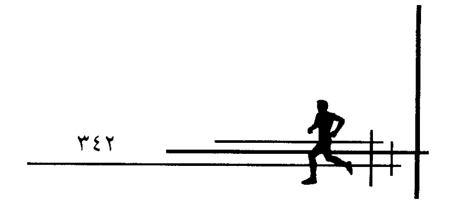
أى = ٩٠,٧ - ٦,٩ = ٨٣,٨ كيلو جرام. وهذا يساوى ٨٣,٨ لترا من الماء.

وبذلك تكون كثافة الجسم هى: كثافة الجسم = $\frac{\text{وزن الجسم}}{\text{حيز الجسم}}$

$$= \frac{٩٠,٧}{٨٣,٨} = ١,٠٨٢$$

هذا، وقد نجح كثير من الباحثين فى استخلاص معادلات تسمح بتحويل كثافة الجسم body density إلى نسبة مئوية لدهن الجسم..، فهذا ممكن لأن كثافة الشحم معروفة وهى ٠,٩٠٧ تقريبا، بينما كثافة الأنسجة الخالية من الشحم ١,١٠٠ حسب **المعادلة التى توصل لها سيرى Siri وهى:**

نسبة الدهن (Relative fat) = [($\frac{٤٩٥}{\text{كثافة الحجم}}$) - ٤٥٠]



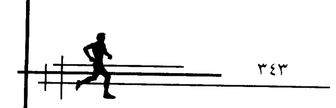
وإذا طبقنا هذه المعادلة على المثال السابق فإن نسبة الدهن لدى هذا الرياضى =

$$\%\ ٧,٣ = \left[٤٥٠ - \left(\frac{٤٩٥}{١,٠٨٢}\right)\right]$$

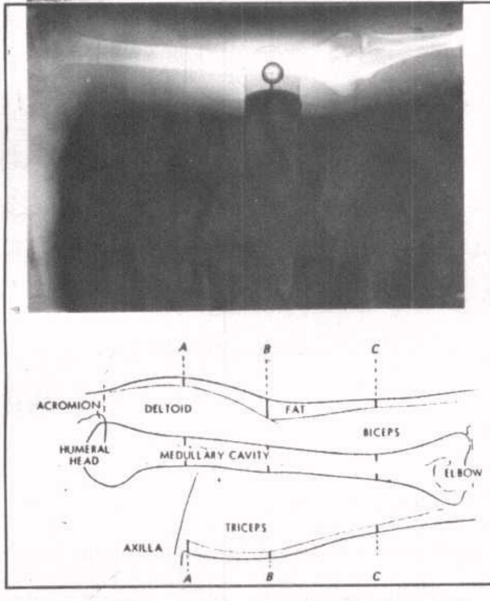
كما يمكن تحديد حيز الجسم body Volume بطريقة أخرى عن طريق تحديد الحجم الحقيقى للماء المزاح displace بواسطة الشخص الرياضى عندما يغمر تماما تحت الماء، وهذا يمكن عمله بجعل الفرد الرياضى ينزل فى أسطوانة cylinder مملوءة حتى الحافة بالماء. عندما يغوص الفرد الرياضى فى الماء فإن حيز جسمه سوف يزيح حجما من الماء مساويا له. بناء على ذلك فإن حجم السائل أو الماء المزاح أو حجم الماء اللازم لإعادة ملء الأسطوانة إلى الحافة مرة أخرى بعد خروج الرياضى من الأسطوانة يعطى تقريبا حيز جسم الفرد الرياضى بعد تصحيحه بالنسبة للهواء المحبوس فى الرئتين كما أوضحنا من قبل.

أسلوب ثالث يستخدم كابينة مانعة للهواء، تشبه فى الشكل كابينة التليفون telephone booth، يدخل فى الكابينة حجم صغير معروف من غاز الهليوم Heli-um حيث يجلس الرياضى فى استرخاء على كرسى، حيث يحدد حيز جسم الفرد الرياضى عن طريق درجة انتشار الهليوم داخل الكابينة.

فإذا كان الرياضى صغير الجسم فإنه سيشغل حيزا صغيرا فى الكابينة فتكون مساحة الهواء فى الكابينة كبيرة ودرجة تركيز الهليوم helium concentration منخفضة وذلك بسبب تخفيفها بحجم كبير من الهواء المحيط بالفرد الرياضى. وفى حالة الشخص الرياضى الضخم يكون حيز جسمه كبيرا ويملأ معظم الكابينة تاركا حجما صغيرا من الهواء حوله، بناء على ذلك فإنه عند إدخال نفس الحجم من غاز الهليوم فى الكابينة يحدث تركيز أعلى للهليوم فى الكابينة؛ لأن حجم الهواء صغير جد.



ولكن يعيب هذا الأسلوب أنـه معقد نسـبيا ويحـتاج تصمـيم هندسى مانع للهواء، ولكنه يتمـيز بأنه يعطى تجربة مريحة للشـخص إذا ما قورن ذلك بأسلوب الماء المزاح السابق عرضه.



شكل رقم (٧٧)
طريقة الأشعة
عن: (Wilmore, 1976)

٢ ـ طريقة الأشـعة:

* ومــن الــطــرق المستـخدمة لتـحديد تكوين الجسم Body Composition استخدم صور الأشعة Radi-ogmining lo- لمناطق معينة -cal areas من الجسم هى:

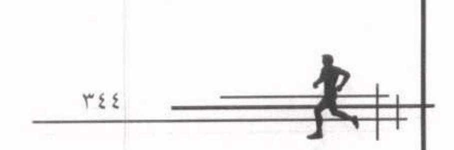
١ ـ سمانة الساق Calf.

٢ ـ الفخذ Thight.

٣ ـ العضد upper arm.

ومن المعروف أن أشعة إكــس X-Ray للأنســجـة الرخوة soft tissue تبين الفرق بيـن الطبقات المتـنوعة لـلجـلـد والدهـن والـعظـام والعضلات..، **انظر الشكل رقم (٧٧) الذى يوضح صورة لأشعةإكس من طبقة** Worldclass shot-putter.

مقاييس العظام والعضلات والدهون فى هذه الطريقة تؤخذ من ثلاث مناطق محـدودة، وتجمع لتـعطى تقديرا كليا لتـكوين الجسم total body composition للفرد.



ورغم كون هذا الأسلوب يسمح بتحديد كمى مباشر للمناطق الثلاث الأساسية فإن هناك مشكلة تتمثل فى كون درجة نمو جميع مناطق القياس فى الجسم ليست متشابهة، وبذلك يوجد احتمال أن يكون التقدير الكلى لتكوين الجسم قد وقع فى خطأ جسيم.

٣ ـ طريقة عداد الجسم الكلى:

من الطرق الشائعة فى قياس تكوين الجسم للأشخاص الرياضيين طريقة عداد الجسم الكلى whole-body counter الذى يقيس كمية إشعاع أشعة جاما gamma الصادرة من الجسم والتى مصدرها البوتاسيوم ٤٠ (Potassium - 40) الموجود طبيعيا فى الجسم.

ومن المعروف أن هناك علاقة ثابتة نوعا بين كمية البوتاسيوم ٤٠ فى جسم الإنسان وكتلة الجسم الخالى من الشحم، ولكن هذا الأسلوب معقد ويحتاج أجهزة غالية الثمن..، ولكنه يعطى تحليلات دقيقة ويصبح الشخص فى أدنى حالة من عدم الراحة أثناء الفحص.

٤ ـ طريقة الموجات الصوتية:

طريقة أخرى كانت تستخدم فى الماضى يستعمل فيها الموجات فوق الصوتية Ultrasound، فالعضلات والعظام والدهون لها كثافات مختلفة different densities وخواص صوتية مختلفة، ولذلك من الممكن استخدام الموجات الصوتية عالية التردد high-frequency sound waves للتمييز بين أنواع الأنسجة بواسطة مصدر خاص يولد موجات صوتية تمر بالأنسجة، وعندما يحدث تغير فى الكثافة تنعكس بعض هذه الموجات، حيث يلتقطها جهاز التسجيل وتحول إلى نبض كهربى للتصنيف والتسجيل. ويمكن حساب سمك الدهن والعضلات والعظام لأى قطاع معين من المعلومات المسجلة.

٥ ـ طريقة المقاومة الكهربائية الحيوية:

Bioelectric Impedance Method

ظهرت هذه الطريقة خلال الثمانينيات، ولا يستغرق قياس المقاومة الكهربائية الحيوية فيها أكثر من خمس دقائق، حيث يتم وضع أربع أقطاب من الجسم..،

اثنان على مفصل القدم ankle، واثنان آخران على مـفصل اليد wrist وظهر اليد **(انظر الشكل رقم ٧٨).**

يمـر التيـار الكهربـى غيـر المرئى خلال المسـافـة ما بين الأقطاب (اليـدين والقدمـين)، وتستقـبل الأقطاب هذا التيـار، ويعتمـد التوصيل الكهـربائى خلال الأنسجة بين الأقطاب على توزيع الماء والأملاح المعدنية فى هذه الأنسجة.

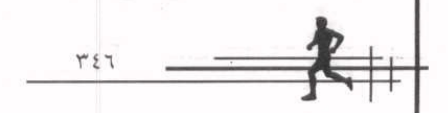
وتحتـوى كتلة الجسم بدون الدهن على مـعظم ماء الجسم والأملاح المعـدنية الموصلة electvolytes، وكنتيـجة لذلك تكون عـملية التوصـيل الكهربائى أكـثر وأسرع فى الأنسجة الخالية من الدهون مقارنة بمثيلاتها الدهنية. . ، وبمعنى آخر فإن التيار الكهربائى يتحرك بسهولة أكثـر وسرعة أزيد خلال الكتلة الخالية من الدهن، وتكون المقاومة الكهـربائية الحيوية فى الكتل الدهنيـة أزيد، بمعنى أن هناك صعوبة فى سريان التيار الكهربائى خلال الكتلة الدهنية.

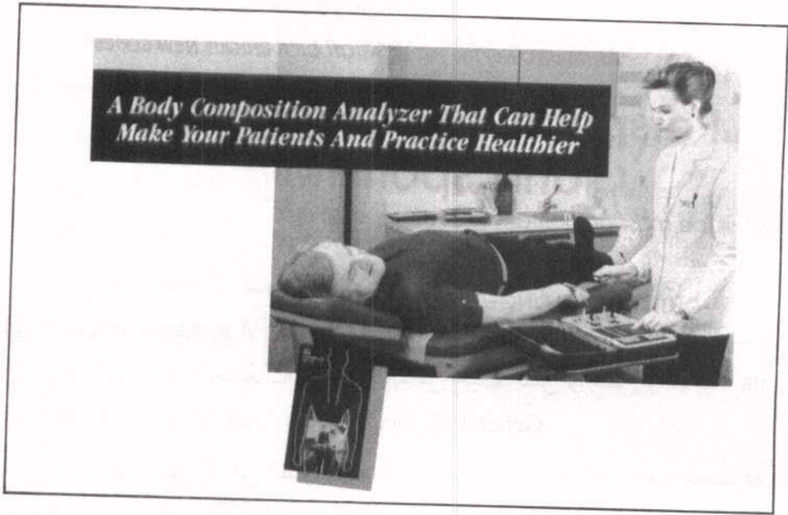
بناء على ذلك فإن كـمية التيـار السارى خلال الأنسـجة تعبر عن الكمـية النسبية لمحتوى الدهن فى هذه الأنسجة.

ومع قياس المقاومـة الكهربائية الحيوية وعملية التوصـيل يتم تقدير نسبة دهن الجسم. ويعتمد تقدير نسبة الدهن على أن هناك علاقة ارتباط عالية بين نسبة دهن الجسم فى هذه الطريقة ومـثيلاتها كمـا تقاس من خلال Hydrostatic weighting تبلغ حوالى ٠,٩٠ ـ ٠,٩٤.

٢ ـ القياس الميدانى Field Assessment

تم التوصـل إلى عدة أساليب لـقياس تكويـن الجسم Body Composition خارج المعمل، إحدى أدق هذه الطرق هى الـوزن تحت الماء، ورغم كوننا قد ذكرنا هذه الطريقة ضمن الطرق المعـملية سابقة الذكر إلا أنه من الممكن تطبيقـها بسهولة خارج المعمل إذا توافر حمـام سباحة أو كمية مناسبة من الماء ومـيزان يمكن تعليقه كما سبق شرحه. وهذه الطريقة سهلة وسريعة، أما عن الهواء المحبوس فى الرئتين عند التواجد تحت الماء فيمكن حسابه وفقا للقيم العادية المتوافرة بالنسبة للعاديين فى نفس السن وطول القامة والجنس.



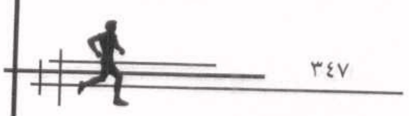


شكل رقم (٧٨)

المقاومة الكهربائية الحيوية لتقدير نسبة الدهن

عبر السنين تم استنباط عدد متنوع من أساليب قياس مكونات components تكوين الجسم body composition، وكان ذلك فى إطار علم الأنثروبوميترى Anthropometry، وتعريفه أنه العلم الذى يهتم **«بدراسة مقاييس جسم الإنسان»**(*). . ، وعادة ما تشمل هذه القياسات قياس محيطات(**) جسم الإنسان مثل الأطراف Limbs أو الأجزاء Sements مثل محيط سمانة الساق Calf وكذلك يتضمن هذا العلم قياس العروض(***) والأقطار(****) الخاصة بالعظام مثل عرض الحوض Hips or Pelvis. ، وأيضا يتضمن تقدير مكونات الجلد من حيث سمك طبقة الدهن تحت الجلد من مناطق محددة (مناطق تجمع الدهن تحت الجلد فى الجسم) مثل العضلة ذات الثلاث رءوس العضدية Triceps (خلف العضد).

(*) Anthropometry is the study of human body measurements.
(**) Girths or Circumferences.
(***) Breadths.
(****)Diameters.



باستخـدام المحيطات والعروض وسمك الدهن تحت الجلد، أو الجـمع بينها أمكن استنباط معادلات للتنبؤ بكثافة الجسم body density ويتم ذلك عن طريق:

- الدهن النسبى والمطلق للجسم Relative and absolute body fat.
- وزن الجسم الخالى من الدهن Lean body weight.
- الوزن المثالى Ideal weight.

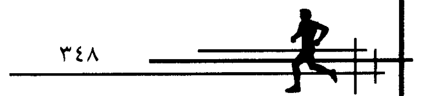
ومع ذلك وجد أن هذه المعادلات مصنفة للأفراد عامة، أى أنها تمدنا بقياس دقيق للجـماعات groups أو المجتـمعات المتشـابهة Similar Populations فقط، والمقصود بذلك تلك المجتمعات التى تتـشابه من حيث السن والجنس والقومية nationality واللياقة البدنية العامة General Physical Fitness.

وهذا يشير إلى أنه من الضرورى انتقاء المعادلة التى استخلصت من مجموعة من الأفراد تشبـه بقدر المستطاع جمـاعة الرياضيين أو الأفراد المـطلوب دراستهم، وليس صحيحـا استخدام معادلة مسـتخرجة من مجموعـة من الذكور فى منتصف العمـر لتقـويم مجمـوعة من الذكور المراهـقين الأقل منهم سنا، هذا على سـبيل المثال.

أساليب القيـاس الأنثروبوميترى سهلة التطبـيق وتتطلب القليل من المعدات، ومعظم المعادلات المستخلصة دقيقـة بشكل معقول، ومع ذلك فإن معظم المعادلات المتـوافرة اسـتخلصت من أفـراد عاديين وليـسوا رياضـيين، ومـدى مناسبـة هذه المعادلات على الأفـراد الرياضيين ذوى البناء العضلى عـالى التكوين يتطلب المزيد من الدراسة والبحث.

كما أن البعض يرى أن هذه المعادلات مناسبة للرياضيين فى جميع الرياضات والمسابقـات الرياضيـة، ولكن يبدو أن هذا الأمـر يتطلب أيضا مزيـدا من البحث والدراسة.

الحـوار العلمى مـازال مـسـتـمـرا أيضـا فى شـأن صـلاحـيـة المعـادلات الأنثروبوميترية Anthropometric Equations فى التنبـؤ بالتغـيرات التى تحـدث مستقبـلا فى تكوين الجسم. فبينما تتنبأ معظم المعادلات المسـتخلصة حاليا بتكوين



الجسم بدرجة معقولة من الدقة فى شأن فترة محددة من الزمن at any one point in time إلا أنه يوجد شك بشأن مدى الدقة التى يمكن لهذه المعادلات أن تتنبأ بتكوين الجسم فى ظل التغيرات التى قد تحدث فى الوزن المكتسب أو الوزن المفقود بسبب نظام التغذية وبرامج التدريب الرياضى diet and exercise. . ، والأمر يتطلب مزيدا من البحث لتحديد معدلات التغير المحتملة فى تكوين الجسم بناء على الفرضيات سابقة الذكر.

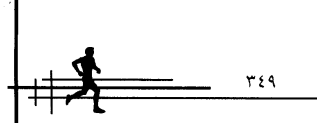
وفيما يلى شرح مفصل لبعض الأساليب المتداولة فى قياس تكوين الجسم ميدانيا.

هذا، وقد تمكن العلماء من قياس كثافة الجسم Body Density والنسبة المئوية لدهن الجسم الكلى Total Body Fat (TBF) بواسطة قياسات سمك طبقات الدهن تحت الجلد Skinfold Measurements. . ، وتمكنوا من تصميم نوموجرام Nomogram لاستخراج هذه العلاقة مباشرة دون إجراء أى معالجات إحصائية بواسطة معادلات محددة. . ، وتفاصيل ذلك كما يلى:

من خلال دراسة أجراها سلوان Sloan، وير Weir لقياس كثافة الجسم وقياس سمك طبقات الدهن تحت الجلد على ٥٠ من الذكور الأصحاء، ٥٠ من الإناث الشباب الأصحاء تم استخلاص معادلة لاستخراج كثافة الجسم بواسطة قياسين اثنين فقط لسمك طبقات الدهن تحت الجلد. . ، إذا أضيف إلى ذلك المعادلة التى استخلصها بروزيك Brozck أمكن استخلاص النسبة المئوية لدهن الجسم الكلى عن طريق كثافة الجسم، أى أن هذا الأسلوب يعتمد على:

١ ـ كثافة الأجسام البشرية يمكن استخلاصها عن طريق سمك طبقات الدهن تحت الجلد فى مناطق محددة.

٢ ـ إمكانية تحديد النسبة المئوية للدهن الكلى للجسم بواسطة كثافة الجسم ـ وفيما يلى تفاصيل هذا الأسلوب:



أولاً ـ للرجال (١٨ ـ ٢٦ سنة):

١ ـ يقاس سمك الدهن تحت الجلد من منطقتى الفخذ(*) واللوح(**) حيث يستخـدم جهاز ممساك الدهـن (انظر الشكل رقم ٧٠، ٧٢) وهما ثنايا عمودية Vertical.

٢ ـ استخراج كثافة الجسم باستخدام المعادلة التالية (للرجال):

كثـافة الجـسم = ١,١٠٤٣ − ٠,٠٠١٣٣ (دهن الفـخذ) − ٠,٠٠١٣١ (دهن اللوح).

٣ ـ استخراج النسبة العامة لدهن الجسم الكلى باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{الدهن الكلى للجسم (٪)} = \text{١٠٠} \left(\frac{\text{٤,٥٧٠}}{\text{الكثافة} - \text{٤,١٤٢}} \right)$$

* باستـخدام النومـوجرام الموضح **بالشـكل رقم (٧٩)** يمكن بـدلالة دهن الفخذ(X_1) ودهن اللوح (X_2) استخراج الكثافة والنسبة المئوية لدهن الجسم مباشرة بدون معادلات، فإذا تم تحديد قيمة سمك الدهن تحت الجلد لمنطقة منتصف الفخذ (X_1) على التدريج الأيسر **بالشكل رقم (٧٩)**، وكذلك تحديد قيـمة سمك الدهن لمنطقة اللوح (X_2) على التدريج الأيمن بنفس الشكل، فـإن نقطة التدرج الأوسط التى تتحدد إذا قمنا بتوصيل خط بالقلم الرصاص بين القيمتين سابقتى الذكر (X_1 وX_2) تمثل قيمة كـثافة الجسم Body Density (يساراً) والنسبـة الكلية لدهن الجسم Percentage fat (يميناً).

مثـال: إذا كان دهن منتـصف الفخـذ ٢٠ مم، ودهن اللوح ١٠ مم، نقوم بتوصيل خط بالقلم الرصاص بين القـيمتين **بالشكل رقم (٧٩)** حـيث يقطع هذا الخط التدريج الأوسط فى نقطة محددة..، على هذه النقطة يتضح أن كثافة الجسم ١,٠٦٥، والنسبة المئوية لدهن الجسم الكلى هى ١٥٪.

(*) فى منتصف عظمة الفخـذ من على نقطة تمثل منتصف الطريق بين عظمة الفخذ وقـمة صابونـة الركبـة (X_1) Thigh Skinfold (mm).

(**) منطقة الزاوية السفلى من عظمة اللوح (X_2) Subscapular Skinfold (mm).

ثانياً ـ الإناث (١٧ ـ ٢٥ سنة):

١ ـ يقاس سمك الدهن تحت الجلد من منطقتى أعلى الآلية over the iliac فى الخط الأوسط(*)، والقياس العمودى لمنطقة خلف العضد (ثنية عمودية -Verti cal) فى منتصف الطريق بين نهاية عظمتى العضد من أعلى ومن أسفل عند المرفق وهو مفرود(**).

٢ ـ استخراج كثافة الجسم باستخدام المعادلة التالية (للإناث):

كثافة الجسم = ١,٠٧٦٤ - ٠,٠٠٨١ (دهن الشوكة) - ٠,٠٠٠٨٨ (دهن العضد).

٣ ـ استخراج النسبة العامة لدهن الجسم الكلى باستخدام المعادلة التالية:

الدهن الكلى للجسم (٪) = ١٠٠ (٤,٥٧٠ ÷ (الكثافة - ٤,١٤٢))(***)

* **باستخدام النوموجرام الموضح بالشكل رقم (٨٠)** يمكن بدلالة دهن الشوكة (X_1) ودهن خلف العضد (X_2) استخراج الكثافة والنسبة المئوية لدهن الجسم مباشرة بدون معادلات بنفس الأسلوب السابق ذكره الخاص بالذكور.

مثال: دهن الشوكة = ٢٠ مم، دهن خلف العضد = ١٠ مم.

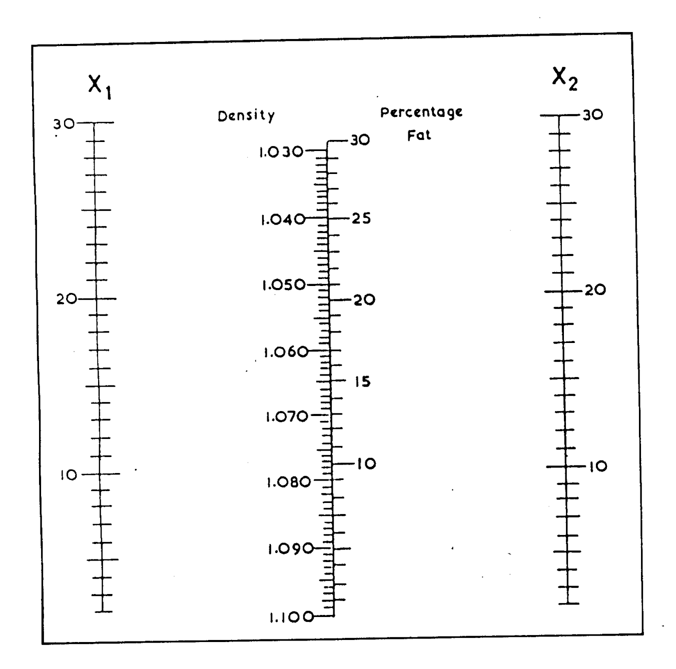
باستخدام الشكل رقم (٢) يتبين أن كثافة الجسم = ١,٠٥١، والنسبة العامة لدهن الجسم = ٢٠,٥ ٪ تقريبا.

ولقد نجح مؤخراً بعض العلماء فى استخراج كثافة الجسم مباشرة بدلالة دهن الجسم من المعادلة التالية:

(*) Suprailiac Skinfold Thickness (mm).

(**) Back of Arm Skinfold Thickness (mm).

(***) استخرج بروزك Brozck هذه المعادلة بأسلوب التحليل الكيميائى لثلاث جثث من الرجال..، لذلك فإن استخدامها مع الإناث يشوبه بعض النقد.



● الرجال (١٨ ـ ٢٦ سنة):

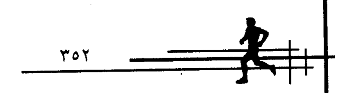
كثافة الجسم = ١,١٠٤٣ - ٠,٠٠١٣٣ (دهن الفخذ)

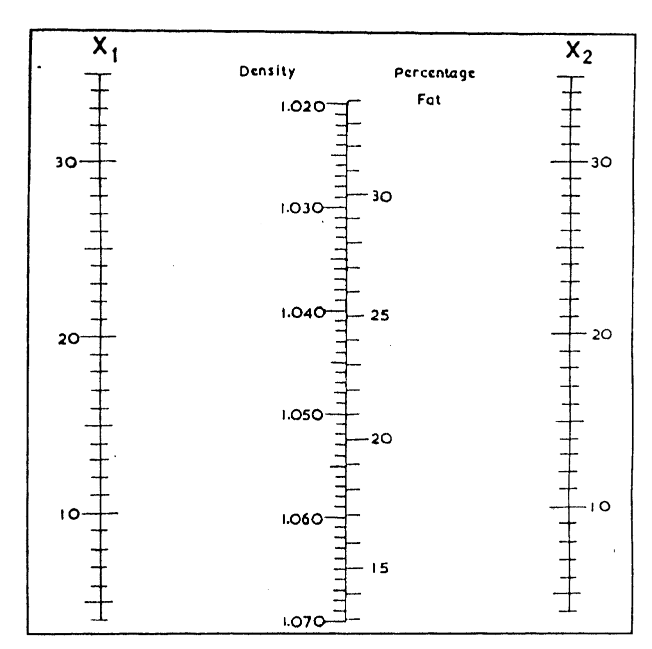
- ٠,٠٠١٣١ (دهن اللوح)

شكل رقم (٧٩)

نوموجرام تحديد كثافة الجسم والنسبة المئوية لدهن الجسم للرجال

عن: (Sloan, 1970)





* السيدات (١٧ ـ ٢٥ سنة):

كثافة الجسم = ١,٠٧٦٤ - ٠,٠٠٠٨١ (دهن الشوكة)

- ٠,٠٠٠٨٨ (دهن العضد)

* الدهن الكلى للجسم:

الدهن الكلى للجسم = ١٠٠ (٤,٥٧٠ / الكثافة - ٤,١٤٢)

شكل رقم (٨٠)

نوموجرام تحديد كثافة الجسم والنسبة المئوية لدهن الجسم للنساء

عن: (Sloan, 1970)

أولاً ـ للإناث:

كثافة الجسم (BD) = ١,٠٩٩٤٩٢١ - ٠,٠٠٠٩٩٢٩ (مجموع قياسات الدهن الثلاثة) + ٠,٠٠٠٠٠٢٣ (مجموع قياسات الدهن الثلاثة) - ٠,٠٠٠١٣٩٢ (السن).

قياسات الدهن الثلاثة الخاصة بالنساء هي:

- أعلى الحوض Suprailium.
- منتصف الفخذ Thigh.
- خلف العضد Triceps.

ثانياً ـ الرجال:

كثافة الجسم (BD) = ١,١٠٩٣٨٠٠ - ٠,٠٠٠٨٢٦٧ (X_1)
+ ٠,٠٠٠٠٠١٦ $(X_1)^{٢}$ - ٠,٠٠٠٢٥٧٤ (X_2)

حيث:

X_1 = مجموع قياسات الدهون في مناطق

- الصدر Chest.
- البطن Adbominal.
- الفخذ Thigh.

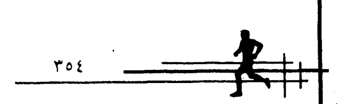
X_2، = العمر بالسنة.

وبناء على حساب كثافة الجسم باستخدام المعادلة السابقة للنساء والرجال يمكن حساب النسبة المئوية لدهن الجسم (٪) باستخدام المعادلة التالية:

النسبة المئوية لدهن الجسم Percent fat =

$$\frac{٤٩٥}{\text{كثافة الجسم}} - ٤٥٠$$

ولقد قام العلماء بتصميم جداول يمكن بواسطتها استخراج النسبة المئوية لدهن الجسم من قياسات دهن الجسم مباشرة للجنسين.



الجدول رقم (٥٠) يوضح النسب المئوية لدهن الجسم للنساء، **والجدول رقم (٥١)** يمثل توضيحا للنسب المئوية لدهن الجسم للرجال.

مثال لاستخدام الجدول رقم (٥١) للنساء:

امرأة عمرها ٣٤ عاما، قيس لها سمك طبقات الدهن تحت الجلد من مناطق أعلى الحوض، ومنتصف الفخذ، وخلف العضد..، فكانت على التوالى ٢٠ مم، ٢٤ مم، ١٢ مم.

تجمع مناطق الدهن الثلاثة تساوى = ٢٠ + ٢٤ + ١٢ = ٥٦ مم.، وبالرجوع إلى **الجدول رقم (٥١)** للبحث فى فئات السن عن عمر هذه المرأة فنجده يقع فى الفئة ٣٣ ـ ٣٧ سنة، وبالبحث فى العمود الأول من على اليمين عن مجموع قياسات الدهن الثلاثة فنجده يقع فى الفئة ٥٦ ـ ٥٨ مم..، الرقم المقابل للسن ومجموع الدهن وهو ٢٣,٤ ٪ يمثل نسبة دهن الجسم الكلى لهذه المرأة.

هذا، وقد تمكن بومجارتنر وجاكسون (Baumgartner and Jackson, 1975) من تجميع معادلات الانحدار Regression equations الخاصة بحساب كثافة الجسم Body Density (g/ml) التى خلص إليها العلماء للذكور Males والإناث Fe-males.، وهى معروضة فى **الجدول رقم (٥٢).**

ويلاحظ أن جميع هذه المعادلات قد بنيت بناءً على قياسات لسمك ثنايا الجلد من سبع مناطق لتجمع الدهون فى الجسم محسوبة بالمليمتر وهى (حسب الرموز الموجودة فى المعادلات):

(X_1) دهن الصدر Chest Skinfold (انظر الشكل رقم ٦٩).

(X_2) دهن اللوح Scapula Skinfold (انظر الشكل رقم ٧٤ ـ ب).

(X_3) دهن خلف العضد Triceps Skinfold (انظر الشكل رقم ٧٤ ـ أ).

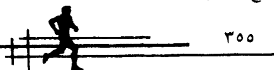
(X_4) دهن الفخذ Thigh Skinfold (انظر الشكل رقم ٧٤ ـ هـ).

(X_5) دهن البطن Abdominal Skinfold (انظر الشكل رقم ٧٤ ـ د).

(X_6) دهن الشوكة Suprailiac Skinfold (انظر الشكل رقم ٧٤ ـ جـ).

(X_7) دهن منتصف الثدى Midaxllary Skinfold(*) (انظر الشكل رقم ٦٩).

(*) ثنية جلدية عمودية على منتصف الخط القاطع لمستوى الضلع الخامس على الصدر.



جدول رقم (٥٠)

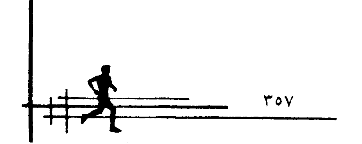
النسبة المئوية لدهن الجسم للرجال

السن / مجموع الدهن (مم)	أقل من ٢٢	إلى ٢٧	٢٣_٣٢	٢٨_٣٧	٣٣_٤٢	٣٨_٤٧	٤٨_٥٢	٥٣ _٥٧	٥٨ فأكثر
٨ _ ١٠	١,٣	١,٨	٢,٣	٢,٩	٣,٤	٣,٩	٤,٥	٥,٠	٥,٥
١١ _ ١٣	٢,٢	٢,٨	٣,٣	٣,٩	٤,٤	٤,٩	٥,٥	٦,٠	٦,٥
١٤ _ ١٦	٣,٢	٣,٨	٤,٣	٤,٨	٥,٤	٥,٩	٦,٤	٧,٠	٧,٥
١٧ _ ١٩	٤,٢	٤,٧	٥,٣	٥,٨	٦,٣	٦,٩	٧,٤	٨,٠	٨,٥
٢٠ _ ٢٢	٥,١	٥,٧	٦,٢	٦,٨	٧,٣	٧,٩	٨,٤	٨,٩	٩,٥
٢٣ _ ٢٥	٦,١	٦,٦	٧,٢	٧,٧	٨,٣	٨,٨	٩,٤	٩,٩	١٠,٥
٢٦ _ ٢٨	٧,٠	٧,٦	٨,١	٨,٧	٩,٢	٩,٨	١٠,٣	١٠,٩	١١,٤
٢٩ _ ٣١	٨,٠	٨,٥	٩,١	٩,٦	١٠,٢	١٠,٧	١١,٣	١١,٨	١٢,٤
٣٢ _ ٣٤	٨,٩	٩,٤	١٠,٠	١٠,٥	١١,١	١١,٦	١٢,٢	١٢,٨	١٣,٣
٣٥ _ ٣٧	٩,٨	١٠,٤	١٠,٩	١١,٥	١٢,٠	١٢,٦	١٣,١	١٣,٧	١٤,٣
٣٨ _ ٤٠	١٠,٧	١١,٣	١١,٨	١٢,٤	١٢,٩	١٣,٥	١٤,١	١٤,٦	١٥,٢
٤١ _ ٤٣	١١,٦	١٢,٢	١٢,٧	١٣,٣	١٣,٨	١٤,٤	١٥,٠	١٥,٥	١٦,١
٤٤ _ ٤٦	١٢,٥	١٣,١	١٣,٦	١٤,٢	١٤,٧	١٥,٣	١٥,٩	١٦,٤	١٧,٠
٤٧ _ ٤٩	١٣,٤	١٣,٩	١٤,٥	١٥,١	١٥,٦	١٦,٢	١٦,٨	١٧,٣	١٧,٩
٥٠ _ ٥٢	١٤,٣	١٤,٨	١٥,٤	١٥,٩	١٦,٥	١٧,١	١٧,٦	١٨,٢	١٨,٨
٥٣ _ ٥٥	١٥,١	١٥,٧	١٦,٢	١٦,٨	١٧,٤	١٧,٩	١٨,٥	١٨,١	١٩,٧
٥٦ _ ٥٨	١٦,٠	١٦,٥	١٧,١	١٧,٧	١٨,٢	١٨,٨	١٩,٤	٢٠,٠	٢٠,٥
٥٩ _ ٦١	١٦,٩	١٧,٤	١٧,٩	١٨,٥	١٩,١	١٩,٧	٢٠,٢	٢٠,٨	٢١,٤
٦٢ _ ٦٤	١٧,٦	١٨,٢	١٨,٨	١٩,٤	١٩,٩	٢٠,٥	٢١,١	٢١,٧	٢٢,٢
٦٥ _ ٦٧	١٨,٥	١٩,٠	١٩,٦	٢٠,٢	٢٠,٨	٢١,٣	٢١,٩	٢٢,٧	٢٣,١
٦٨ _ ٧٠	١٩,٣	١٩,٩	٢٠,٤	٢١,٠	٢١,٦	٢٢,٢	٢٢,٧	٢٣,٣	٢٣,٩
٧١ _ ٧٣	٢٠,١	٢٠,٧	٢١,٢	٢١,٨	٢٢,٤	٢٣,٠	٢٣,٦	٢٤,١	٢٤,٧
٧٤ _ ٧٦	٢٠,٩	٢١,٥	٢٢,٠	٢٢,٦	٢٣,٢	٢٣,٨	٢٤,٤	٢٥,٠	٢٥,٥
٧٧ ٧٩	٢١,٧	٢٢,٢	٢٢,٨	٢٣,٤	٢٤,٠	٢٤,٦	٢٥,٢	٢٥,٨	٢٦,٣
٨٠ _ ٨٢	٢٢,٤	٢٣,٠	٢٣,٦	٢٤,٢	٢٤,٨	٢٥,٤	٢٥,٩	٢٦,٥	٢٧,١
٨٣ _ ٨٥	٢٣,٢	٢٣,٨	٢٤,٤	٢٥,٠	٢٥,٥	٢٦,١	٢٦,٧	٢٧,٣	٢٧,٩
٨٦ _ ٨٨	٢٤,٠	٢٤,٥	٢٥,١	٢٥,٧	٢٦,٣	٢٦,٩	٢٧,٥	٢٨,١	٢٨,٧
٨٩ _ ٩١	٢٤,٧	٢٥,٣	٢٥,٩	٢٥,٥	٢٧,١	٢٧,٦	٢٨,٢	٢٨,٨	٢٩,٤
٩٢ _ ٩٤	٢٥,٤	١٦,٠	٢٦,٦	٢٧,٢	٢٧,٨	٢٨,٤	٢٩,٠	٢٩,٦	٣٠,٢
٩٥ _ ٩٧	٢٦,١	٢٦,٧	٢٧,٣	٢٧,٩	٢٨,٥	٢٩,١	٢٩,٧	٣٠,٣	٣٠,٩
٩٨ _ ١٠٠	٢٦,٩	٢٧,٤	٢٨,٠	٢٨,٦	٢٩,٩	٢٩,٨	٣٠,٤	٣١,٠	٣١,٦
١٠١ _ ١٠٣	٢٧,٥	٢٨,١	٢٨,٧	٢٩,٣	٢٩,٢	٣٠,٥	٣١,١	٣١,٧	٣٢,٣
١٠٤ _ ١٠٦	٢٨,٢	٢٨,٨	٢٩,٤	٣٠,٠	٣٠,٦	٣١,٢	٣١,٨	٣٢,٤	٣٣,٠
١٠٧ _ ١٠٩	٢٨,٩	٢٩,٥	٣٠,١	٣٠,٧	٣١,٣	٣١,٩	٣٢,٥	٣٣,١	٣٣,٧
١١٠ _ ١١٢	٢٩,٦	٣٠,٢	٣٠,٨	٣١,٤	٣٢,٠	٣٢,٦	٣٣,٢	٣٣,٨	٣٤,٤
١١٣ _ ١١٥	٣٠,٢	٣٠,٨	٣١,٤	٣٢,٠	٣٢,٦	٣٣,٢	٣٣,٨	٣٤,٥	٣٥,١
١١٦ _ ١١٨	٣٠,٩	٣١,٥	٣٢,١	٣٢,٧	٣٣,٣	٣٣,٩	٣٤,٥	٣٥,١	٣٥,٧
١١٩ _ ١٢١	٣١,٥	٣٢,١	٣٢,٧	٣٣,٣	٣٣,٩	٣٤,٥	٣٥,١	٣٥,٧	٣٦,٤
١٢٢ _ ١٢٤	٣٢,١	٣٢,٧	٣٣,٣	٣٣,٩	٣٤,٥	٣٥,١	٣٥,٨	٣٦,٤	٣٧,٠
١٢٥ _ ١٢٧	٣٢,٧	٣٣,٣	٣٣,٩	٣٤,٥	٣٥,١	٣٥,٨	٣٦,٤	٣٧,٠	٣٧,٦

جدول رقم (٥١)

النسبة المئوية لدهن الجسم للنساء

مجموع الدهن (مم) / السن	٢٢ فأقل	٢٣ _ ٢٧	٢٨ _ ٣٢	٣٣ _ ٣٧	٣٨ _ ٤٢	٤٣ _ ٤٧	٤٨ _ ٥٢	٥٣ _ ٥٧	٥٨ فأكثر
٢٣ _ ٢٥	٩,٧	٩,٩	١٠,٢	١٠,٤	١٠,٧	١٠,٩	١١,٢	١١,٤	١١,٧
٢٦ _ ٢٨	١١,٠	١١,٢	١١,٥	١١,٧	١٢,٠	١٢,٣	١٢,٥	١٢,٧	١٣,٠
٢٩ _ ٣١	١٢,٣	١٢,٥	١٢,٨	١٣,٠	١٣,٣	١٣,٥	١٣,٨	١٤,٠	١٤,٣
٣٢ _ ٣٤	١٣,٦	١٣,٨	١٤,٠	١٤,٣	١٤,٥	١٤,٨	١٥,٠	١٥,٣	١٥,٥
٣٥ _ ٣٧	١٤,٨	١٥,٠	١٥,٣	١٥,٥	١٥,٨	١٦,٠	١٦,٣	١٦,٥	١٦,٨
٣٨ _ ٤٠	١٦,٠	١٦,٣	١٦,٥	١٦,٧	١٧,٠	١٧,٢	١٧,٥	١٧,٧	١٨,٠
٤١ _ ٤٣	١٧,٢	١٧,٤	١٧,٧	١٧,٩	١٨,٢	١٨,٤	١٨,٧	١٨,٩	١٩,٢
٤٤ _ ٤٦	١٨,٣	١٨,٦	١٨,٨	١٩,١	١٩,٣	١٩,٦	١٩,٨	٢٠,١	٢٠,٣
٤٧ _ ٤٩	١٩,٥	١٩,٧	٢٠,٠	٢٠,٢	٢٠,٥	٢٠,٧	٢١,٠	٢١,٢	٢١,٥
٥٠ _ ٥٢	٢٠,٦	٢٠,٨	٢١,١	٢١,٣	٢١,٦	٢١,٨	٢٢,١	٢٢,٣	٢٢,٦
٥٣ _ ٥٥	٢١,٧	٢١,٩	٢٢,١	٢٢,٤	٢٢,٦	٢٢,٩	٢٣,١	٢٣,٤	٢٣,٦
٥٦ _ ٨٥	٢٢,٧	٢٣,٠	٢٣,٢	٢٣,٤	٢٣,٧	٢٣,٩	٢٤,٢	٢٤,٤	٢٤,٧
٥٩ _ ٦١	٢٢,٧	٢٤,٠	٢٤,٢	٢٤,٥	٢٤,٧	٢٥,٠	٢٥,٢	٢٥,٥	٢٥,٧
٦٢ _ ٦٤	٢٤,٧	٢٥,٠	٢٥,٢	٢٥,٥	٢٥,٧	٢٦,٠	٢٦,٧	٢٦,٤	٢٦,٧
٦٥ _ ٦٧	٢٥,٧	٢٥,٩	٢٦,٢	٢٦,٤	٢٦,٧	٢٦,٩	٢٧,٢	٢٧,٤	٢٧,٧
٦٨ _ ٧٠	٢٦,٦	٢٦,٩	٢٧,١	٢٧,٤	٢٧,٦	٢٧,٩	٢٨,١	٢٨,٤	٢٨,٦
٧١ _ ٧٣	٢٧,٥	٢٧,٨	٢٨,٠	٢٨,٣	٢٨,٥	٢٨,٨	٢٩,٠	٢٩,٣	٢٩,٥
٧٤ _ ٧٦	٢٨,٤	٢٨,٧	٢٨,٩	٢٩,٢	٢٩,٤	٢٩,٧	٢٩,٩	٣٠,٢	٣٠,٤
٧٧ _ ٧٩	٢٩,٣	٢٩,٥	٢٩,٨	٣٠,٠	٣٠,٣	٣٠,٥	٣٠,٨	٣١,٠	٣١,٣
٨٠ _ ٨٢	٣٠,١	٣٠,٤	٣٠,٦	٣٠,٩	٣١,١	٣١,٤	٣١,٦	٣١,٩	٣٢,١
٨٣ _ ٨٥	٣٠,٩	٣١,٢	٣١,٤	٣١,٧	٣١,٩	٣٢,٢	٣٢,٤	٣٢,٧	٣٢,٩
٨٦ _ ٨٨	٣١,٧	٣٢,٠	٣٢,٢	٣٢,٥	٣٢,٧	٣٢,٩	٣٣,٢	٣٣,٤	٣٣,٧
٨٩ _ ٩١	٣٢,٥	٣٢,٧	٣٣,٠	٣٣,٢	٣٣,٥	٣٣,٧	٣٣,٩	٣٤,٢	٣٤,٤
٩٢ _ ٩٤	٣٣,٢	٣٣,٤	٣٣,٧	٣٣,٩	٣٤,٢	٣٤,٤	٣٤,٧	٣٤,٩	٣٥,٢
٩٥ _ ٩٧	٣٣,٩	٣٤,١	٣٤,٤	٣٤,٦	٣٤,٩	٣٥,١	٣٥,٤	٣٥,٦	٣٥,٩
٩٨ _ ١٠٠	٣٤,٦	٣٤,٨	٣٥,١	٣٥,٣	٣٥,٥	٣٥,٨	٣٦,٠	٣٦,٣	٣٦,٥
١٠١ _ ١٠٣	٣٥,٣	٣٥,٤	٣٥,٧	٣٥,٩	٣٦,٢	٣٦,٤	٣٦,٧	٣٦,٩	٣٧,٢
١٠٤ _ ١٠٦	٣٥,٨	٣٦,١	٣٦,٣	٣٦,٦	٣٦,٨	٣٧,١	٣٧,٣	٣٧,٥	٣٧,٨
١٠٧ _ ١٠٩	٣٦,٤	٣٦,٧	٣٦,٩	٣٧,١	٣٧,٤	٣٧,٦	٣٧,٩	٣٨,١	٣٨,٤
١١٠ _ ١١٢	٣٧,٠	٣٧,٢	٣٧,٥	٣٧,٧	٣٨,٠	٣٨,٢	٣٨,٥	٣٨,٧	٣٨,٩
١١٣ _ ١١٥	٣٧,٥	٣٧,٨	٣٨,٠	٣٨,٢	٣٨,٥	٣٨,٧	٣٩,٠	٣٩,٢	٣٩,٥
١١٦ _ ١١٨	٣٨,٠	٣٨,٣	٣٨,٥	٣٨,٨	٣٩,٠	٣٩,٣	٣٩,٥	٣٩,٧	٤٠,٠
١١٩ _ ١٢١	٣٨,٥	٣٨,٧	٣٩,٠	٣٩,٢	٣٩,٥	٣٩,٧	٤٠,٠	٤٠,٢	٤٠,٥
١٢٢ _ ١٢٤	٣٩,٠	٣٩,٢	٣٩,٤	٣٩,٧	٣٩,٩	٤٠,٢	٤٠,٤	٤٠,٧	٤٠,٩
١٢٥ _ ١٢٧	٣٩,٤	٣٩,٦	٣٩,٩	٤٠,١	٤٠,٤	٤٠,٦	٤٠,٩	٤١,١	٤١,٤
١٢٨ _ ١٣٠	٣٩,٨	٤٠,٠	٤٠,٣	٤٠,٥	٤٠,٨	٤١,٠	٤١,٣	٤١,٥	٤١,٨



ولاستخراج النسبة المئوية لدهن الجسم للبالغين adult تستخدم إحدى المعادلات المعروضة فى **الجدول رقم (٥٢)** (عن: .Baumgartner & Jackson, 1975) مع مراعاة السن والجنس لاستخراج كثافة الجسم..، يلى ذلك استخراج النسبة الكلية لدهم الجسم باستخدام إحدى المعادلات الخاصة بذلك وأشهرها (وفقا لرأى بومجارتنر وجاكسون) المعادلة التالية:

$$\text{دهن الجسم} (\%) = \left(\frac{٤,٩٥٠}{\text{الكثافة}} - ٤,٥٠٠\right) \times ١٠٠$$

والجدول رقم (٥٣) يوضح نتائج الدراسات التى أجريت لاستخراج النسبة المئوية لدهن الجسم Percentage body fat باستخدام معادلات الانحدار لطلاب الجامعات (السن الجامعى) الذكور التى أجراها ولمور وبنيك (Wilmore and Pehn-ke, 1968)، وكذلك التى أجريت على طالبات الجامعات (سن الجامعة) الإناث التى أجراها بولك وآخرون (Pollock et al., 1974)، وأيضا الدراسات التى أجريت على طلاب الجامعات الرياضيين (سن الجامعة) الذكور التى أجراها فوريث وسيننج(Forsyth and Sinning, 1973).

جدول رقم (٥٢)

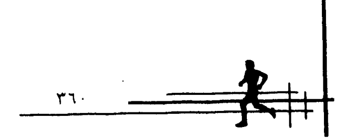
معادلات الانحدار لحساب كثافة الجسم

الجنس	الدراسة	العينة	معادلة الانحدار	معامل الصدق	الخطأ المعيارى
الذكور	بروزك، كى ١٩٥١م. Brozck & Key 1951	١٣٣ رجلاً ١٨ - ٢٦ سنة	د = ١,١٠١٧ - ٠,٠٠٠٢٨٢ (X_5) ٠,٠٠٠٧٣٦ (X_1) - ٠,٠٠٠٥٨٣ (X_3)	٠,٨٧	٠,٠٠٧
	فوريث، سننج ١٩٧٣م. Forsyth & Sinning 1973.	٥٠ رجلاً (رياضيون جامعيون)	د = ١,١٠٣٠٠ - ٠,٠٠١٦٨ (X_2) ٠,٠٠١٢٧ (X_5)	٠,٨٢	٠,٠٠٦
	سلوان ١٩٦٧م. Sloan 1967.	٥٠ رجلاً ١٨ - ٢٦ سنة	د = ١,١٠٤٣ - ٠,٠٠١٣٢ (X_4) ٠,٠٠١٣١ (X_2)	٠,٨٥	٠,٠٠٧
	ولمور، بيهنك ١٩٦٠م. Wilmore & Behnke 1960.	١٣٣ رجلاً ١٧ - ٣٧ سنة	د = ١,٠٨٥٤٣ - ٠,٠٠٠٨١ (X_6) - ٠,٠٠٠٤٠ (X_4)	٠,٨٠	٠,٠٠٨
الإناث	سلوان وآخرون ١٩٦٢م. Sloan et al., 1962.	٥٠ امرأة ١٧ - ٢٥ سنة	د = ١,٠٧٦٤ - ٠,٠٠٠٨١ (X_6) - ٠,٠٠٠٨٨ (X_3)	٠,٧٤	٠,٠٠٨
	ولمور، بيهنك ١٩٧٠م. Wilmore & Behnke 1970.	١٢٨ امرأة ١٨ - ٤٨ سنة	د = ١,٠٨٥٤٣ - ٠,٠٠٨٨٦ (X_5) - ٠,٠٠٠٤٠ (X_4)	٠,٦٨	٠,٠٠٧
	بولك وآخرون ١٩٧٤م. Pollock et al., 1974.	٨٣ امرأة ١٨ - ٢٣ سنة	د = ١,٠٨٥٢ - ٠,٠٠٠٧٦ (X_5) - ٠,٠٠١٠٧ (X_4)	٠,٧٨	٠,٠٠٩
	بولك وآخرون ١٩٧٤م. Pollock et al., 1974.	٦٠ امرأة ٣٣ - ٥٥ سنة	د = ١,٠٧١٣٠ - ٠,٠٠٠٤٧ (X_6) - ٠,٠٠٠٥٧ (X_4) - ٠,٠٠٠٧٤ (X_7)	٠,٨٧	٠,٠٠٨

د =

جدول رقم (٥٣)
المتوسطات والانحرافات المعيارية لدراسات
تكوين الجسم

القياس	المتوسط	الانحراف المعيارى
طلاب الجامعات (ذكور)		
كثافة الجسم	١,٠٦٦٩	٠,٠١٣
النسبة المئوية لدهن الجسم	١٤,٥٦	٥,٥٢
دهن البطن	١٦,٠٠	٨,٨٩
دهن الفخذ	١٤,٩٠	٧,٤٠
طالبات الجامعات (إناث)		
كثافة الجسم	١,٠٤٢٧	٠,٠١٤
النسبة المئوية لدهن الجسم	٤٢,٨٠	٦,٤٤
دهن الشوكة	١٥,٢٩	٦,٢٢
دهن الفخذ	٢٨,٨٣	٦,٧٦
طلاب جامعات ـ رياضيين (ذكور)		
كثافة الجسم	١,٠٧٢	٠,٠١٠
النسبة المئوية لدهن الجسم	١٢,٢	٤,٠٨
دهن اللوح	١١,٠	٢,٧٥
دهن البطن	١٠,٠	٣,٤٣



تأثير التدريب الرياضى على بناء وتكوين الجسم

فى هذا الجزء من الكتاب نستعرض مدى فعالية التدريب البدنى Physical Training فى إحداث تغييرات ذات قيمة فى بناء الجسم Body Build (نمط الجسم Somatotaype)، وحجم الجسم Body Size، وتكوين الجسم Body Compo-siton.

أظهرت نتائج بعض البحوث أن أنماط أجسام البالغين يمكن التنبؤ بها بدرجة عالية من الدقة أثناء فترة ما قبل المراهقة Preadolescence.

ومن الواضح أن الكتلة العضلية muscle mass يمكن أن تفقد lose أو تكتسب gained بسبب أو بما يتناسب مع النشاط البدنى وتدريب القوة. كما أن فقدان أو اكتساب الدهون يرتبط بنظام التغذية والتمرينات الرياضية، هذه التغيرات المحتملة عادة ما تكون ذات طبيعة محدودة مما يترتب عليها ضعف فكرة إمكانية حدوث تغيير فى نمط الجسم، كما أن عدم إمكانية تغيير نمط الجسم يرجع بشكل كبير إلى طبيعة النمط الجسمى الموروث Genetic.

ما سبق يشير إلى أن التدريب الرياضى له تأثير محدود للغاية على نمط الجسم، وفى هذا الشأن جدل شديد بين مؤيدى عدم التغيير أمثال شيلدون Shel-don ومؤيدى إمكانية التغيير أمثال هيث وكارتر Heath and Carter . . ، ولكن يبدو أن ثبات النمط الجسمى على مدار حياة الفرد الرياضى أمر مدعم، وأن إمكانية التغيير نتيجة التدريب الرياضى واردة داخل حدود نمط الفرد الرياضى، وذلك عن طريق زيادة الكتلة العضلية وتقليل الدهون فى الجسم فيتجه النمط إلى مزيد من العضلية والنحافة مع تقليل من تقدير مركبة السمنة.

أما عن تكوين الجسم body composition، فقد ثبت إمكانية حدوث تغييرات كبيرة فى تكوين الجسم نتيجة للتدريب الرياضى.

والشىء اللافت للنظر أنه قديما كان هناك اعتقاد سائد أن النشاط البدنى له تأثير محدود على تكوين الجسم، وكانت الحجة فى ذلك أن التمرينات الرياضية العنيفة تتطلب استهلاك قليل جدا من السعرات Calories لينتج عنها تخفيضات كبيرة فى شحم الجسم. ولتوضيح ذلك قُدِّر أن السيدة التى تزن ١٥٠ رطلا يلزمها

أن تصعد وتهبط درجـات سلم طوله عشرة أقدام ألف مرة تقريبـا بخطوة متوسطة لكى تفقد رطلا واحدا من الدهن. . ، وهذا مثال لا ينحو نحو تشجيع الناس على ممارسة التمـرينات الرياضية بغرض إنقـاص الوزن أو التحكم فى الوزن. . ، وهذه دعوى خـاطئة حـيث وجد أن التمـرينات الرياضيـة فعالة جـدا فى تنميـة وتعزيز التغييرات الكبيرة فى تكوين الجسم. . ، وتفسير ذلك يرجع إلى ما يلى:

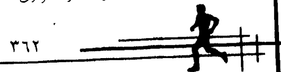
عند تقديـر الطاقة energy المبذولة فى نشـاط ما من المعتاد اسـتخدام قيـمة الطاقة المبذولة أثـناء التمرين، مثلا: إذا احـتجنا إلى ٧,٥ كيلوكالورى كل دقـيقة (Kcals / min) أثناء أداء عمل معين فإن هذه القيمة تمثل قيمة الحالة الثابتة Steady State - أثناء التمرين، فإننا وبناء على ذلك نحتاج إلى ما جملته ٤٥٠ كيلوكالورى لكل ساعة من العمل، أو فقد ٠,١٣ رطلا من الشحم تقريبا.

ولكن الحقيـقـة تشيـر إلـى حـدوث ردود أفعال حـادة بـعـد أداء التـمـريـن أو العمل، حيث تبقى عملية التمثيل الغذائى metabolism فى الجسم عالية المستوى أثناء الفتـرة التالية للتـدريب أو العمل مـباشرة، وتسـمى هذه الفترة بفـترة الدين الأكسجينى «Period of Oxygen Debt» بغرض استعادة المسـتوى إلى ما كان عليه قبل التمرين أو العمل pre-exercise level، وفترة نشاط عمليات التمثيل الغذائى هذه يمكن أن تستمر عدة دقائق إذا كان التمرين أو الأداء خفيفا، وعدة ساعات إذا كان التـمرين أو العـمل ثقيلا، ومـن ١٢ ـ ٢٤ ساعة إذا كـان التمريـن أو العمل عنيفا ومطولا Prolonged, exhaustive exercise.

وزيادة عملية التمثيل فوق معدلاتهـا العادية أثناء فترة استعادة الشفاء recov-ery period من التـمرين الثـقيل إلى التـمرين العنـيف المطول يمكن أن تكون فى مجـملها عددا كبـيرا من الكيلوكالورى، وإذا ظل اسـتهلاك الأكسـجين Oxygen Consumption عاليا بعد التمرين بمعدل ١٠٠ ملى أو ٠,١ لتر/ دقيقة فسوف تبلغ جملته ٠,٥ كيلوكالورى/ دقيقة أو ٣٠ كيلوكالورى/ ساعة.

فإذا ظل التمثـيل الغذائى مرتفعا لمدة ١٠ ساعات فـسوف تبلغ جملته ٣٠٠ الكيلوكالورى إضافية مبذولة، وهذه سوف لا تضاف عادة إلى حساب جملة الطاقة total energy المبذولة من أجل هذا النشاط المعين.

* الكيلوكالورى (Kcal) هو السعر الحرارى الكبير.



لـذلك فإن هـذا المصدر الرئيسى major ssurce للطاقة المبذولة energy ex-penditure الذى يحدث كنتيجة لفترة التمرين كـثيرا ما نتجاهله فى معظم حساباتنا بشأن الطاقة المبذولة فى الأنشطة المختلفة.

فى المثال السابق إذا قام الفرد بالتدريب بنفس المعدل خمسة أيام فى الأسبوع فإنه يكون قد بذل ١٥٠٠ كـيلوكالورى أو ٤,٠ رطلا تقريبا فى أسـبوع واحد من فترة استعادة الشفاء بمفردها. ومـن بين أولئك الذين يوافقون على الحقيقة القائلة: إن التمرين يمكن أن يغـير من تكوين الجسم، يوجد الكثيـر منهم يشعرون أن هذا التغيير يكون بطيئا جدا.

فالشخص الذى يمـارس المشى السريع أو ما يطلق عليـه مشى الهرولة Jog-ging بمعدل ثلاثة أيـام فى الأسبوع لمدة ٣٠ دقـيقة فى اليـوم بمعدل ٧ أمـيال فى الساعة أو أكثر قليلا بمعدل ثمان دقـائق وثلاثين ثانية فى الميل، فإنه يستخدم تقريبا ١٤,٥ كيلوكـالورى/ دقيقة أو ٤٣٥ كـيلوكالورى لجملة الجـرى اليومى. ينتج عن ذلك أن جملة الطاقة المبذولة فى الأسـبوع تكون حوالى ١,٣٠٥ كيلوكالورى، أو أقل أو أكثر قليلا من ثلث رطل نقص فى كمية الشحوم كل أسبوع.

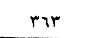
حوار علمى ساخن وطريف..، فهذا الجهد الكبير فى الأداء مع هذا المقدار الضئـيل من الدهن المفقود جـعل البعض ممن لديهم ضعف فى الـبصيرة يرفـعون شعـارا متـمثـلا فى هذا التـساؤل: لماذا نتـعب أنفسنا من أجل مـثل هذه الكمـية الضئيلة؟

Why even bother for that small amount?

ويستـمر هؤلاء المخطئون إلى الدعـوى بوجود طرق أفضل وأسـهل لخفض الشحم فى الجـسم، وأن التدريب طريقة مـؤلمة وشاقة وبطيـئة فى عمليـة خفض الدهون.

ولكن السـؤال هنا هو: ماذا يحـدث لو أن الشـخص الذى يمارس رياضـة مشى الهرولة Jogger المذكور بعاليه كان مثابرا وتمسك بالتدريب الروتينى؟

الجواب: إننا سنجده بعد ٥٢ أسبوعا بشرط ثبات حصيلته من الطاقة قد فقد ما جملته ١٧ رطلا، ويبدو واضحا أن هذا الرقم مؤثر جدا.



المجتـمع - ومنه هؤلاء المتعجلون - يتـسم بما يسمى التـعجل الزمنى -Time Oriented بشكل عام، ويصر وهم معه علـى الحصول على ما يريده فى الحال -im mediately أو ما هو أسرع من ذلك إذا أمكن!

إذا أمعنا النظر فى لاعب رياضى محترف عمره ٢٥ عاما، وأن هذا اللاعب لديه زيادة فى وزنه بمقـدار ١٥ـ٢٠ رطلا على ما كان عليـه فى سن ٢١ سنة، من الطبيعى أن يسعـى هذا اللاعب إلى إنقاص هذه الزيادة فى وزنه. . ، فإذا فكر فى إنجاز هذا العـمل فى فترة تدريب مـا قبل الموسم Preseason وهى أقل مـن ثلاثة أسابيع فإنه لن ينجح فى تحقيـق غرضه وذلك لكونه فى حاجة إلى من ٩ إلى ١٢ شهرا لكى يفـقد هذا الوزن الزائد عن طريق التدريب بمفرده، فهـو فى حاجة لأن يفقد خمسـة أرطال أسبوعيا*. . ، لذلك يلجـأ إلى رجيم قـاس بانتقـاء أى رجيم شائع الاستعمال فى عصره وبيئته.

كلنا يعرف أنه من الممكن فقد من ٦ إلى ٨ أرطال أسبوعـيا نتيجة لاستخدام رجيم خاص. ولكن السؤال هنا:

ما نوع النجاح الذى ربما يحققه لاعبنا الرياضى؟

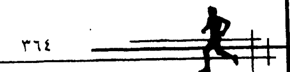
What kind of success might our athlete have?

وبصياغة أخرى. . ، مـاذا يمكن أن ننتظر من هذا الرياضى من نجاحات فى لعبته بعد أن يفقد هذه الزيادة فى الوزن بهذا الرجيم القاسى؟

كثير من الرياضيين عندما يجدون أنهم ليسوا فى شكلهم المعتاد أو ليسوا فى الفورمة out of shape وأن أوزانهم قد زادت نتيجة الإفراط فى الأكل Overeating وعدم النشـاط فى فترة مـا بعد الموسم off- season. عندما يحـدث ذلك فإنهم ينتظرون حتى الأسابيع القليلة الأخـيرة قبل استدعائهم للمـوسم الرياضى لمواجهة مشكلة هذا الوزن الزائد.

فى المثال السابق ربما لا يستطيع اللاعب الرياضى أن يفقد من وزنه ١٥ رطلا فى أقل من ثلاثة أسابيع نتيـجة للرجيم القاسى crach diet، ومع ذلك فإن كثيرا

(*) هذه المشكلة من أكثر المشاكل التى تواجه اللاعبين فى الرياضات الوزنية مثل المصارعة والملاكمة.



من الوزن الذى سيفقده سـوف يكون من مخزون ماء الجسم body weight com- partment . ، والقليل جـدا من مخـزون الدهن stored fat . ولقد أفـادت نتائج دراسـات عديدة أن فاقدًا كبيرًا مـن الوزن يمكن أن يتحقق بواسطة رجيم التجويع أو شبه التجويع Semi- starvation ٥٠٠ كيلوكالورى فى اليوم أو أقل، ولكن من فـاقد الوزن هذا يكون ٦٠٪ من الجـسم الخـالى من الدهون، وأقل من ٤٠٪ من مخزون الدهون. . ، وكثيـر من فاقد الوزن من الجسم الخالى من الدهون يكون فى شكل ماء.

كما أن مـعظم أساليب الرجيم القـاسى تستخدم أسلوب خـفض النشويات Carbohydrate، ونتيجة لذلك يصبح مخزون النشويات بالجسم خاويا، واستخدام جرام واحد من النشويات يؤدى إلى فقد ثلاثة جرامات من الماء تقريبا.

فلو فرض أن الجسم به ٨٠٠ جرام من الجليكوجين glycogen المخزون، فإن إخلاءها ينتج عنه فـقد ٢٤٠٠ جرام من الماء، أو أقل قليلا من خـمسة أرطال من الوزن، وكثير من هذا الفاقد يحدث أثناء الأسبوع الأول من الرجيم.

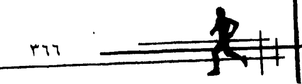
ومن المسلم بصحته استحـالة أن يفقد الشخص أكثر من ٤ أرطال من الدهن فى الأسـبوع، حـتى لو قـام برجيم تجـويع كلى totel starvation وهذا يمـكن توضيحه بسهوله كما يلى:

إذا افتـرضنا أن المطلوب فقد ٣٥٠٠ كـيلوكالورى لإنقـاص رطل واحد من الشحم، فإن اللاعب الرياضى فى المثال الـسابق لا يمكنه أن ينقص أكثر من ٧, ٠ رطـلاً يـوميـا فـى حـالـة الـرجيـم بالتجـويع الكلى، ويكون مستـوى استهـلاكه ٢٥٠٠ كيلوكالورى فى اليوم تقريبـا، وبذلك ينقص ٢٥٠٠ كيلوكالورى فى اليوم إذا انقطع عن الطعـام نهائيا. . ، ومع ذلـك فقد أوضـحت نتائج البـحوث أنه فى حالة رجيم التجـويع فإن عملية التمثيل الغذائى فى الجـسم تنخفض بنسبة من ٢٠ إلى ٢٥٪، والجدير بالذكـر أن انخفاض عـملية التمـثيل الغذائى فى جـسم الفرد الرياضى بنسبـة ٢٠٪ يؤدى إلى تقليل جملة مـا ينقصه إلى ٢٠٠٠ كـيلوكالورى فقط فى اليوم، أو حـوالى٥٧, ٠ رطلا من الشحم الفاقد فى اليـوم. وفى أسبوع واحـد يمكن أن ينتج عنه فـاقد يبلغ ٤ أرطال فـقط من الدهون، وذلك شـريطة

وجود رجيم تجويع كامل . . ، وهنا تجدر الإشارة إلى أن قليلا من الأفراد ينجحون فى تحمل المتاعب المصاحبة لرجيم التجويع الكامل لفترات طويلة .

المنهج المعقول لخفض الوزن هو الجمع بين رجيم معتدل فى ممنوعاته مع مستويات متزايدة من التدريب . . ، فيجب أن يكون معلوما أن الشهية متوازنة بشكل حساس مع احتياجات الجسم الفعلية من السعرات .

ببساطة ، إذا استبعدنا شريحة واحدة من الخبز المغطى بالزبد من وجبتنا كل يوم ، واحتفظنا بمستويات النشاط ودوام الرجيم على هذا القدر ، ينتج عن ذلك نقص فى الوزن يبلغ عشرة أرطال فى السنة (١٠٠ كيلوكالورى يوميا × ٣٦٤ يوما) ، قد تبدو هذه الكمية فى فقد الوزن قليلة ، ولكن إذا أضفنا إلى ذلك فقد متواضع فى الوزن يقدر بـ ٠,٢٥ إلى ٠,٣٠ رطلا أسبوعيا نتيجة ثلاثة أيام تدريب مشى الهرولة Jogging ، فإن جملة فاقد الوزن سوف تبلغ ٢٥ ـ ٣٥ رطلا فى السنة الواحدة .



الصبر فضيلة Patience is a virtue ، هذه هى الحكمة فى هذا الأسلوب لإنقاص الوزن ، فقد وجد أن فاقد الوزن بهذا الأسلوب يظل ثابتا بشكل أكبر ؛ لأن فاقد الوزن السريع الذى نحصل عليه بالرجيم القاسى سرعان ما يكتسب مرة أخرى بسرعة ، وربما يكون سبب ذلك أنه عند العودة للوجبة المتوازنة Balanced Diet بعد الوجبة ناقصة النشويات فإن الماء السابق فقده سرعان ما يكتسب ثانية . أضف إلى ذلك أن شواهد نتائج البحوث قد أشارت إلى أن الجمع بين التدريب والرجيم يقلل نسبة الوزن الفاقد من الأنسجة خالية الدهون Lean Tissue إلى مستوى ملحوظ ، ولأن الغرض من برامج فقد الوزن هو فقد الدهون من الجسم وليس فقد الأنسجة الخالية من الدهون . . ، فإن الجمع بين الرجيم والتدريب قد أصبح الآن المدخل الفاصل Preferred Approach فى هذه القضية .

وعند الجمع بين التدريب والرجيم فإنه يجب القيام بالتدريب ثلاث مرات أسبوعيا على الأقل ، وكلما تعددت تكرارات frequency التدريب . . ، وكلما زادت شدته intensity . . ودوامه duration زاد فاقد الوزن الناتج عنه .

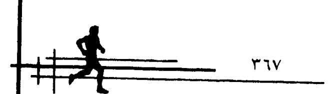
وفيما يتعلق بالرجيم فإن خفض ٢٠٠ إلى ٥٠٠ كيلوكالورى فى اليوم من الرجيم العادى يزيد خفض وزن الجسم لدى الرياضى بشكل كبير بمرور الوقت، ويمكن تحقيق خفض وزن الجسم حوالى رطل واحد فى الأسبوع بالجمع بين الرجيم والتدريب..، وهذا يمثل هدفا واقعياً.

يضاف إلى ما سبق أن الوجبة المتوازنة لا غنى عنها لضمان مد الجسم بالفيتامينات Vitamins والأملاح المعدنية Minerals اللازمة لد الرياضى باحتياجاته للأداء الرياضى.

ومن الأمور التى يجب توجيه النظر إليها أن الرجيم يجب أن يكون عبر الوجبات الثلاث اليومية، حيث لوحظ أن بعض الرياضيين يتناولون وجبة واحدة أو وجبتين فقط على مدار اليوم، ولا يتناولون إما طعام الإفطار أو الغداء أو كليهما ثم يستهلكون عشاءً كبيرا جدا.

لقد أظهرت البحوث التى أجريت على الحيوانات أنه عند إعطاء هذه الحيوانات نفس السعرات عدداً و كماً فإن الحيوانات التى تأكل نصيبها من الطعام اليومى فى ساعة أو ساعتين اكتسبت وزنا أكبر من تلك التى استغرقت اليوم بطوله فى تناول نصيبها من الطعام.

ومفهوم خاطئ آخر شاع استخدامه، هو استبعاد فوائد التدريب فى عملية نقص الوزن، على اعتبار أن التدريب الرياضى نفسه سوف يزيد من شهية الفرد appetite، لدرجة أن كمية الطعام الداخلة للجسم سوف تزداد اختياريا لسد فاقد الجهد المبذول فى التدريب، ولكن أفاد العلامة Jean Meyer عام ١٩٥٤م - وهو أستاذ مادة التغذية بجامعة هارفارد Harvard University وشهرته عالمية world- famous... - إلى أن الحيوانات التى تلعب وتمرح لمدة ساعة يوميا تنقص شهيتها فعلا إذا ما قورنت بشهية الحيوانات المقيدة الحركة، ولقد جاءت تقارير أخرى على دراسات أجريت على الإنسان قد أثبتت نفس المفهوم، حيث أشارت الى أن التدريب الرياضى يعتبر أحد عوامل فقد الشهية إلى حد ما.



من المناقشة السابقة يمكن استنتاج أن التدريب الرياضى يلعب دورا هاما فى نقص الوزن وبرامج التحكم فى الوزن، ولا يتطلب الأمـر أن يكون التدريب ممتدًا extended أو له طبيعة مرهقة exhaustive لكى يكون فعالا.

فالرياضى يجب أن يختـار نوعا من التـحمل endurance- type فى النشاط الذى يستطيع أن يتمـتع به، ويمارس هذا النشاط من ٣٠ـ٤٠ دقيقـة يوميا، ومن ٤ـ٥ أيام أسـبوعـيا، بـشدة تتـراوح من ٦٠ إلى ٧٥٪ من قـدرته القصـوى على التحمل endurance capacity. . ، وبمرور الوقت سـوف ينجح هذا البـرنامج التدريبى فى تحقيق النتائج المنشودة.

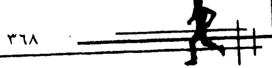
يوضح الجدول رقم (٥٤) عن Wilmore, 1976 مثالا للسعرات المبذولة Ca- loric expenditure فى الجرى على أساس سرعة الجرى.

جدول رقم (٥٤)

السعرات المبذولة فى الجرى ومشى الهرولة بمختلف السرعات على أساس وزن الجسم

	السعرات فى الساعات السرعة لكل ميل							
الوزن (رطل)	٥,٢٠	٦,٠٠	٦,٤٠	٧,٢٠	٨,٠٠	٨,٤٠	٩,٢٠	١٠,٠٠
١٢٠	٠,٩٣٦	٠,٨٢٨	٠,٧٢٦	٠,٦٥٤	٠,٥٩٤	٠,٥٤٠	٠,٤٩٨	٠,٤٥٦
١٣٠	١,٠١٤	٠,٨٨٨	٠,٧٩٢	٠,٧٠٨	٠,٦٤٢	٠,٥٨٢	٠,٥٣٤	٠,٤٩٢
١٤٠	١,٠٨٦	٠,٩٥٤	٠,٨٤٦	٠,٧٥٦	٠,٦٩٠	٠,٣٦٠	٠,٥٧٦	٠,٥٢٨
١٥٠	١,١٦٤	١,٠٢٠	٠,٩٠٦	٠,٨١٠	٠,٧٣٨	٠,٦٧٢	٠,٦١٢	٠,٥٦٤
١٦٠	١,٢٣٦	١,٠٨٦	٠,٩٦٦	٠,٨٧٠	٠,٧٨٠	٠,٧٠٨	٠,٦٥٤	٠,٦٠٠
١٧٠	١,٣١٤	١,١٥٢	١,٠٢٠	٠,٩١٨	٠,٨٢٨	٠,٧٦٢	٠,٦٩٠	٠,٦٣٦
١٨٠	١,٣٨٦	١,٢١٢	١,٠٨٠	٠,٩٧٢	٠,٨٧٦	٠,٧٩٨	٠,٧٣٢	٠,٦٧٢
١٩٠	١,٤٦٤	١,٢٧٨	١,١٤٠	١,٠٢٠	٠,٩٢٤	٠,٨٤٠	٠,٧٧٤	٠,٧٠٨
٢٠٠	١,٥٣٦	١,٣٤٤	١,١٩٤	١,٠٧٤	٠,٩٧٢	٠,٨٨٨	٠,٨١٠	٠,٧٤٤
٢١٠	١,٦١٤	١,٤١٦	١,٢٣٠	١,١٢٢	١,٠٢٠	٠,٩٣٠	٠,٨٤٦	٠,٧٨٠
٢٢٠	١,٦٨٦	١,٤٨٢	١,٣١٤	١,١٧٦	١,٠٦٨	٠,٩٧٢	٠,٨٨٨	٠,٨١٦

Adapted from J. Henderson (1974), "Planning High- Calorie Workouts", Runner's World, g: 24 25.



دور التدريب الرياضى فى خفض وزن جزء معين من الجسم مازال محل خلاف، فكثير من الأفراد بما فيهم الرياضيون يعتقدون أنه بالتدريب المركز على جزء من الجسم localized area يمكن استهلاك الدهون المركزة فى هذا الجزء، وبذلك يمكن تقليل كمية الشحوم المخزونة فى هذا المكان.

كثير من نتائج البحوث جاءت مؤيدة أومساندة لمفهوم الخفض الموضعى، أى إمكانية تخفيض مخزون الدهون فى جزء معين من الجسم، فى حين تشير نتائج البحوث الحديثة إلى أن مسألة الخفض الموضعى ما هى إلا خرافة، وأن التدريب حتى لو كان مركزا على مكان محدود من الجسم فإنه سوف يسحب الدهون من جميع مخازنها فى الجسم وليس فقط من مخزون الجزء الخاضع للتدريب، أى أن السحب لا يكون من مخازن موضعية فقط.

فى دراسة جوينب وآخرون عام ١٩٧١م (Gwinup et al., 1971) استخدم لاعبى التنس المحترفين للتحرى عن هذه الظاهرة، وخرج الباحثون بنظرية فحواها أن لاعبى التنس يُفترض أنهم يمثلون نوعية نموذجية لدراسة ظاهرة الخفض الموضعى، ويرجع ذلك لعدم إمكانية التحكم فى معادلة الأداء الحركى للذراعين، حيث إنهم يتدربون لفترات زمنية طويلة على ذراع معين بينما الذراع الآخر فى حالة عدم تمرين نسبيا. . ، ويفترض تبعا لذلك وفى ضوء نظرية الخفض الموضعى أن استهلاك مخزون الدهن فى الذراع المستخدم بكثرة (النشط active) يفوق الذراع الآخر (غير النشط inactive). . ، ولكن النتائج أوضحت أن محيط الذراع النشط كان أكبر بسبب التدريب، ولكن لم يوجد أى فرق إطلاقا فى محتوى الذراعين من الدهون عندما تم قياسه فى طبقات تحت الجلد.

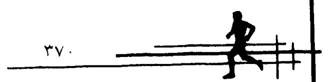
والاعتقاد السائد بين الباحثين الآن هو أن الدهون تنتقل من الأماكن ذات التركيز الدهنى العالى إلى الأماكن الأقل تركيزا، وليس من منطقة إلى أخرى، لذلك يرفضون فكرة التخفيض الموضعى. وهذا يتعارض مع ما يحاول أصحاب أندية الصحة ترويجه فيما يتعلق بإمكانية تقليل عدة بوصات من خصر الزبون فى غضون أسابيع قليلة، أو إمكانية إحداث خفض كبير فى محيط البطن abdominal girth عن طريق تمرينات موضعية مثل ثنى الركبة bend - Knee والجلوس من الرقود Sit ups. والتفسير السليم لذلك هو أن هناك إمكانية لإحداث خفض

قدره ٣ أو ٤ بوصات من محيط البطن باستخدام تمرين الجلوس من الرقود بمفرده، ويرجع السبب فى ذلك إلى مـا يحدث من تقوية فى عـضلات البطن نتيجـة لهذا التمرين وليس نتيجة لأى فقد فى الدهون سواء كـان فقدا عاما أو موضعيا، حيث إن زيادة تقوية عضلات البطن تؤدى إلى شد الأحشاء الداخلية إلى وضعها العادى مرة أخرى، فـمن المعروف أن الضعف المتزايد لعـضلات البطن يؤدى إلى حدوث ترهل فى محتويـات البطن ينتج عنه ما يعرف بالكرش pot belly، وإحداث تقوية فى عضلات البطن يعمل على شد كـل شىء إلى مكانه مرة أخرى، أما تأثير ذلك على الدهون فـهو قليل أو مـعدوم تقـريبا فى هذه المنطقـة. هذا يعنى أن النقص الحـادث أو الممكن حدوثه فى مـحيط البطـن يرجع إلى ما يمكن زيادته من قـوة عضلات البطن وليس إلى حدوث خفض فى دهون هذه المنطقة.

والجدير بالذكر هنا أن التدريب الرياضى يمكن أن يؤدى إلى زيادة كبيرة فى الوزن، فهـذه الزيادة تظهـر فى معظم الأحيـان إن لم يكن فى كل الأحـيان. . ، ولكن هذه الزيادة فى الجسم تحدث فى وزن الجسم الخالى من الدهون.

إن برامج تدريب القوة Strength والقدرة Power تؤدى إلى زيادة مكتسبة فى الوزن الخالى من الشحوم، ويرجع ذلك نتيـجة تضخم العضلات muscle hyper-trophy، كما أن برامج التـحمل أو الجلد Endurance تحدث تضخما محدودا فى العضلات.

وفى شـأن برامج التـحمل أو الجـلد وتأثيرهـا على الوزن، فقـد ظهـر فى الدراسة التى سبقت الإشارة إليها أن الرجال متوسطى السن middle-age قد حدث لديهم تغيـر قليل أو عدم حدوث تغـير كلى فى إجمـالى أوزانهم نتيجـة لتدريب التحـمل. . ، قد يبدو هذا متـعارضًا مع ما سـبق ذكره عن إمكانية إحداث تـغير محدود فى الوزن نتيجة لتدريبات التحمل، ولكن الحقيقة تشير إلى عدم وجود هذا التعارض حيث تشير الحقائق إلى حدوث هذا التغير فى الوزن ولكنه قد حدث فى تكوين الجسم Body composition بشكل ملحـوظ فى حـين لم يكن كـبيـرا أو ملحوظا بالنسبة للوزن الكلى للجسم total body weight.



نمطيا typically يمكن القول أن الزيادة فى الكتلة العضلية أو الأجزاء اللاشحمية من الأجسام يعادلها نقص مماثل تقريبا فى دهون الجسم. . ، وقد يصاحب هذه الزيادة وهذا النقص عدم حدوث تغير فى وزن الفرد الكلى على الميزان حتى بعد عدة شهور من التدريب الشاق. . ، وهنا يصبح الفرد عرضة للخطأ الكبير حينما يتصور أنه لا جدوى من إنقاص وزنه باستخدام التدريب الرياضى. والحقيقة هى أن التدريب قد أحدث تغيرًا جوهريًا فى حالة الجسم رغم عدم حدوث تغير ملحوظ فى وزن الجسم، حيث زادت العضلات وقلت الدهون وهذا هو الهدف الأصح. . ، والدليل على ذلك أنك إذا سألت هؤلاء الأفراد عن ملابسهم قبل وبعد التدريب الرياضى وحدوث هذه الظاهرة، ستجد إجابتهم هى أن ملابسهم لم تعد مضبوطة do not fit كما كانت قبل التدريب، فقد ضاقت فى منطقة الذراعين arms، ومنطقة الرجلين legs (زيادة فى حجم العضلات) واتسعت فى منطقة البطن loose in the abdominal area (نقص فى الدهون). . . ، لقد أصبح التفسير واضحا حيث إن حدوث ذلك يرجع إلى زيادة فى العضلات ونقص فى الدهون. . وهذا هو الهدف الأسمى.

فى ضوء ما سبق فإن الدرس المستفاد فيما يتعلق بتكوين الجسم body composition هو أن وزن الفرد على الميزان ليس دليلا دقيقا على تكوين الجسم ولا يعكس التغييرات التى تنتج عن التدريب الرياضى المقنن والطويل زمنيا.

ميكانيزم التغير

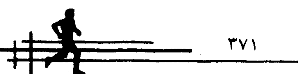
Mechanisms of Change

ربما يكون من الواضح أن عملية إنقاص الوزن weight losses وزيادة الوزن weight gains امر سهل يتعلق إما بإضافة طاقة energy input أو بذل طاقة energy expenditure أو كليهما معا.

فلكى نفقد وزنا. . ، نستطيع أن نخفض السعرات المكتسبة ونزيد السعرات الفاقدة أو نجمع بين الاثنين معا فى آن واحد.

ولكى نزيد الوزن. . ، نستطيع أن نزيد السعرات المكتسبة ونخفض الطاقة المبذولة أو نجمع الاثنين معا.

ولكن لسوء الحظ، فقد أظهرت الملاحظات العامة والأبحاث الحديثة أن توازن الطاقة energy balance ليس بهذه السهولة التى عرضناها. . ، مثلا بعض الأفراد يتناولون كميات كبيرة جدا من الطعام يوميا ولكنهم يبقون نحافا Lean



دائما . . ، وآخرون يكتسبون الشحوم فى أجسامهم حتى ولو أكلوا كميات ضئيلة جدا من الطعام .

هذه الظاهرة ترجع إلى اختلاف الناس فيما يتعلق بالتمثيل الغذائى meta-bolize food . . ، فبعضهم أكثر كفاءة مقارنة بالآخرين . . ، وبعضهم أكثر كفاءة عن الآخرين فى بذل الطاقة من أجل أعمال محددة fixed work tasks .

لم تقدم الدراسات والبحوث إجابات حاسمة حتى الآن حول هذه الظاهرة، فرغم كون هذه الظاهرة طبيعية ونلاحظها بسهولة فى المجتمع إلا أن الأمر يتطلب مزيدا من البحث والدراسة لتحديد العوامل المتداخلة وأهميتها النسبية . . ، أى العوامل المسببة لهذه الظاهرة وأهمية كل عامل فى إحداثها فى ضوء العلاقة النسبية مع العوامل الأخرى .

وفيما يتعلق بالتدريب الرياضى بشكل خاص . . ، يبدو أن خفض الشحوم عن طريق التدريب الرياضى يرجع إلى مايفقده الجسم من السعرات نتيجة لهذا التدريب . . ، إلا أن هناك توقعًا أن يتكيف الجسم مع هذه الزيادة فى الفاقد عن طريق زيادة الشهية لتعويض هذا النقص، وهذه إحدى المشاكل التى يمكن مواجهتها .

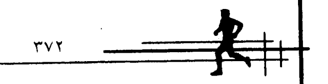
لقد أشارت نتائج العديد من الدراسات والبحوث إلى الدور الذى يمكن أن يلعبه هرمون النمو فى الجسم، على أساس أنه مسئول عن زيادة انتقال الحامض الدهنى أثناء التدريب .

ومستويات هرمون النمو Growth Hormone Levels تزيد بحدة فى التدريب، وتظل عالية لساعات عديدة فى فترة استعادة الشفاء ، ولقد أظهرت نتائج البحوث أن النسيج الدهنى adipost tissue أكثر حساسية more sensitive للجهاز العصبى السمبثاوى(*) أو لمستويات العصارات(**) التى ينتج عنها مزيد من انتقال الليبدات (الأجسام الدهنية) المهضومة .(***)

(*) Sympathetic nervous system.

(**) Levels of circulating catecholamines.

(***) Lipid mobilization.



وأظهرت أيضـا نتائج دراسة حديثـة أنه يوجد مادة مـعينة خاصة بتـحريك الدهون، وهى ذات حساسية عالية للاسـتجابة للنشاط . . ، وحتى الآن يصعب أن نقرر بشكل حاسم أى العوامل هى الأهم فى إحداث هذه الاستجابة.

لقد أوضحنـا من قبل أن التدريب يعمل على خـفض الشهية، هذا حـقيقى بالنسبة للذكور من حيوانات المعمل، إلا أنه قد اتضح أن التمرين يزيد الشهية فعلا عند الإناث من حيوانات المعمل . . ، والسبب فى هذا الاختلاف بين الجنسين ليس معروفا بعد.

أما بالنسبة للإنسان . . ، فإن جانبا كبيرا من نتائج البحوث التى اجريت على الذكور يشيـر إلى عدم حدوث تغير فى الـشهية مع زيادة مسـتويات التدريب، أو حدوث نقص ضـعيف فـيها . . ، ويحـتمل أن يكون حدوث خـفض فى الشهـية مصاحـبا فقط لمستويات العـمل المرهق، حيث يزيد فى هذه المستويات نسـبة إفراز العصارات التى تؤدى إلى كبت الشهية.

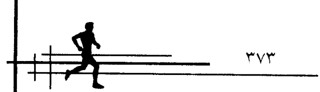
والزيادة فى وزن الأجزاء الخـالية من الدهون lean weight بالتدريب ترجع إلى الزيادة فى نواتج بناء البروتين Protein anabloism أو العناصر البنائية synthe-sis التى تؤدى إلى تضخم العـضلات muscle hypertrophy أثناء عمليـة التكيف الزمنى للتدريب(*) التى أشرنا إليها سابقا.

لقد جرى البحث عن السبب الفـعال فى تضخم العضلات، ووجد أنه زيادة فى حجم الألياف العضلية muscle fiber size وربما يكون ذلك نتيـجة زيادة عدد مكونات الألياف (الميوفيبرس) myofibrils . . ، كما نوقش أيضا مـوضوع احتمال انقسام الألياف fiber splitting(**) . . . عموما فإن عدم القدرة على معرفة التغيرات المحدودة التى تحـدث داخل العضلة من الصـعب تحديد الكيـفية التى تـتم بها هذه التغيرات.

مرة أخرى . . ، حيث إن نمو الهرمون فى الإنسان له خواص تكوينية وبنائية، فإن زيادته بالتدريب الرياضى واستـمرار ارتفاعه أثناء فترة استعـادة الشفاء قد دفع الكثيـر من الباحثين إلى القـول بأن ذلك ربما يفسر الزيادة التى تحـدث فى النسيج

(*) Chronic Adaptations to Exercise.

(**) أشارت نتائج بحوث قلـيلة جدا إلى حدوث انقسام فى الألياف عند بعض حـيوانات التجارب، ولكن ذلك لم يتأكد بشكل قاطع على الإنسان.



الخالى من الدهون. . ، وهذا أمر يشير إلى ضرورة استمرار البحث قبل أن نقرر بدقة كيف تحدث هذه التغيرات.

العلاقة بين بناء الجسم وتكوينه والأداء الرياضى

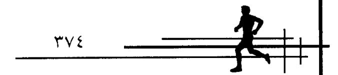
Relationship of Body Build and Composition to Athletic Performance

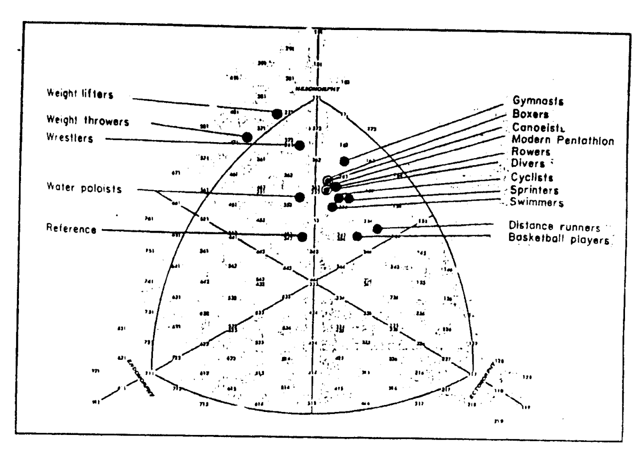
سبقت الإشارة إلى أن بناء الجسم Body Build مرتبط بالجانب الوراثى إلى حد كبير، فهى خواص موروثة من الأبوين، ومن ثم فإن إمكانية حدوث تغير فى نمط الجسم على مدار حياة الفرد الرياضى محدودة للغاية، وكذلك الأمر ينطبق على حجم الجسم Body Size.

بناء على ذلك فمن الضرورى أن نتفهم أن معظم الألعاب الرياضية تحتاج إلى نوع معين من الأجسام لكى تحقق نجاحاً. . ، يوضح ذلك الشكلان أرقام(٨١، ٨٢) والذى يمثل بطاقة النمط Somatogram موزع عليها أنماط أجسام عدد كبير من اللاعبين المشاركين فى دورة الألعاب الأولمبية التى أقيمت فى مدينة المكسيك عام ١٩٦٨ Mexico City, 1968. . ، ويلاحظ من الشكلين (٨١) ، (٨٢) أن توزيع أنماط أجسام اللاعبات الإناث يتركز حول المنطقة الوسطى من بطاقة النمط، فى حين أن توزيع أنماط أجسام اللاعبين الذكور موزعة ومنتشرة بشكل جيد على بطاقة النمط وأن معظمها يميل نحو النمط العضلى Mesomor-phy.

وفى نطاق أى لعبة رياضية يوجد تباين كبير فى أنماط أجسام اللاعبين كما هو موضح فى الشكل رقم (٨٣)، ومن هذه المعلومات يتضح أن اللاعب كى يكون ناجحا يجب أن ينتقى لونا من الرياضة يكون نمط جسمه مناسبا لها، والجدير بالذكر أن جميع الألعاب الرياضية باستثناء القليل منها يتطلب معدلا من متوسط إلى عال من مكون العضلية. . ، فى حين أن مقادير مكونى السمنة Endo-morphy والنحافة Ectomorphy تكون قاصرة جدا.

ولقد ربط عدد من الدراسات بين نمط الجسم وحجم الجسم ومستوى أداء اللاعبين فى ألعاب معينة، وكان ذلك على عدد من اللاعبين المشاركين فى بعض الدورات الأولمبية، من هذه الدراسات البحث الذى أجراه كيورتن عام ١٩٥١م (Cureton, 1951)، عن القدرات البنائية Structural والوظيفية functional لإحدى



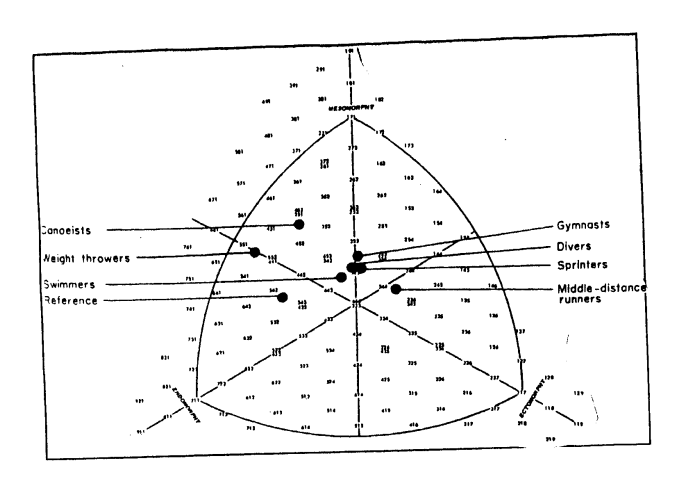


شكل رقم (٨١)

توزيع متوسطات أنماط أجسام لاعبى بعض الرياضات المشاركين في الدورة الأولمبية عام ١٩٦٨م.

عن : (Wilmore, 1976)

- لاعبو الجمباز Gymnasts - السباحون Swimmers
- لاعبو الملاكمة Boxers - لاعبو جرى المسافات Distance runners
- لاعبو التجديف - كانيونج Canoeists - لاعبو كرة السلة Basktball Players
- لاعبو الخماسى الحديث Modern Pentathlon - لاعبو رفع الأثقال Weight lifters
- لاعبو تجديف - روينج Rowers - لاعبو الرمى Weight throwers
- الغطاسون Divers - لاعبو المصارعة Wrestlers
- لاعبو الدراجات Cyclists - لاعبو كرة ماء Water Poloists
- العداءون Sprinters - مجموعة مرجعية Reference

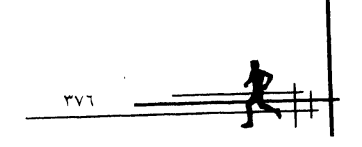


شكل رقم (٨٢)

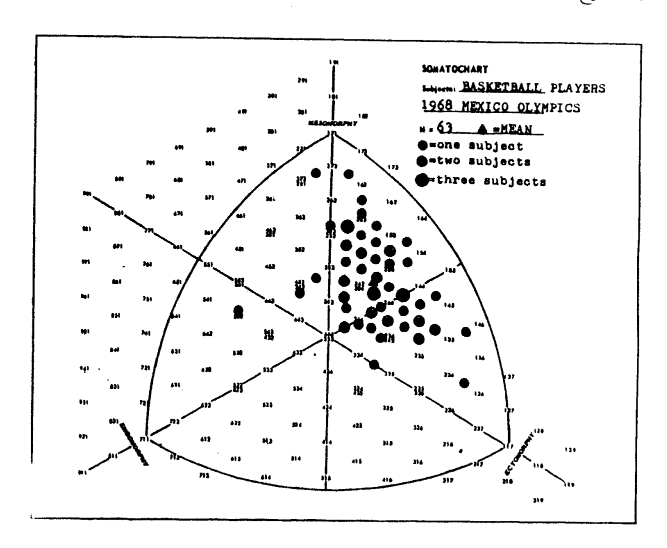
توزيع متوسطات أنماط أجسام لاعبات بعض الرياضات المشاركات فى الدورة الأولمبية عام ١٩٦٨م.

عن : (Wilmore, 1976)

- لاعبات الجمباز Gymnasts
- لاعبات الغطس Divers
- العداءات Sprinters
- لاعبات جرى مسافات متوسطة Middle-distance runners
- لاعبات التجديف ـ كانيونج Canoeists
- لاعبات الرمى Weight throwers
- السباحات Swimmers
- مجموعة مرجعية Reference



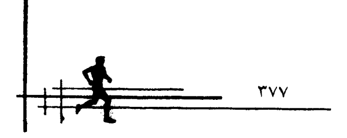
وعشرين لاعبا (ذكور) من فريق الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٤٨، وعدد أربعة وعشرين من اللاعبين الأولمبيين الدوليين فى ألعاب القوى (مسابقات الميدان والمضمار) فوجد أن هناك فروقا كبيرة فى نمط الجسم وحجم الجسم بين لاعبى الألعاب الرياضية Sports، وكذلك وجود فروق كبيرة بين أنماط أجسام اللاعبين وفقا لنوع المسابقة events داخل النشاط الرياضى الواحد.



شكل رقم (٨٣)

توزيع متوسطات أنماط أجسام لاعبى كرة السلة من دول مختلفة مشتركة فى الدورة الأولمبية عام ١٩٦٨م.

عن : (Wilmore, 1976)



كما تابع كوريتي وزولي (Correnti and Zouli, 1964) ١٦٦ من لاعبي ألعاب القوى وثماني سباحين في الدورة الأولمبية التي أقيمت في روما عام ١٩٦٠م Rome, 1960، حيث وجدا فروقا في السن والطول والوزن بين لاعبي المسابقات events المختلفة، ولكنهما وجدا قدرا من التشابه بين أنماط أجسام اللاعبين داخل نفس المسابقة في كل من المسابقات الخاضعة للبحث.

ودرس تانر عام ١٩٦٤م (Tanner, 1964) ١٣٧ من لاعبي ألعاب القوى (مسابقات الميدان والمضمار) المشتركين في دورة روما الأولمبية عام ١٩٦٠م، فوجد أن هناك فروقا بين أنماط أجسام اللاعبين حسب نوع المسابقة، لدرجة أن أنماط الأجسام مالت إلى التجمع في مواقع معينة على بطاقة النمط وفقا لنوع المسابقة، وأنه من الممكن تحديد نوع المسابقة التي يمارسها اللاعب من مجرد تحديد أبعاد جسمية body dimensions معينة (انظر الشكل رقم ٨٤).

كما قام جاراي وآخرون عام ١٩٦٤ (Garay et al., 1964) بدراسة مستفيضة على اللاعبين المزمع اشتراكهم في دورة مدينة المكسيك عام ١٩٦٨م (قبل المشاركة) يوجد تلخيص لنتائج هذه الدراسة في الشكلين أرقام (٨١) ، (٨٢)، وهناك إصدارات عربية تضم دراسات مستفيضة في موضوع أنماط أبطال الرياضية من الجنسين(*).

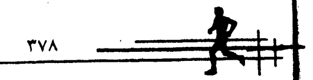
في ضوء ما سبق يتضح أن نمط الجسم Somatotype محدد بصفات وراثية إلى حد كبير، وهذا يشير إلى أهمية وضع اللاعب في النشاط الرياضي الذي يناسب نمطه الجسمي حتى يمكن تحقيق النجاح في هذا النشاط المعين.

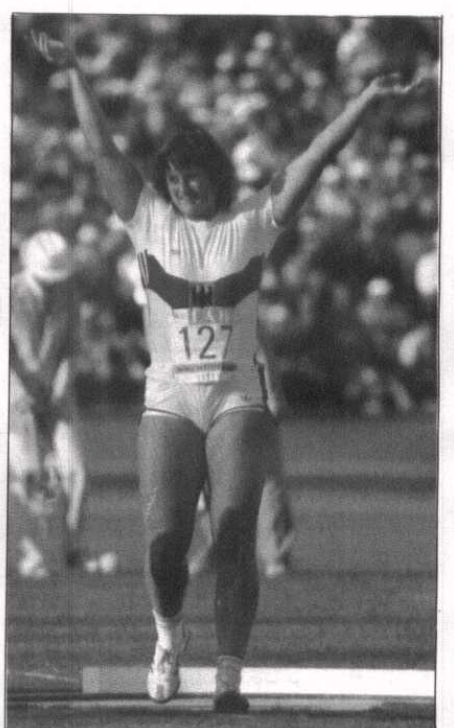
هذا ويجب الأخذ في الاعتبار أن تكوين الجسم Body Composition مساوٍ في الأهمية لبناء الجسم Body Build عند محاولة رفع أداء اللاعب إلى الحد الأقصى.

(*) للاستزادة حول أنماط أجسام أبطال الرياضة من الجنسين راجع

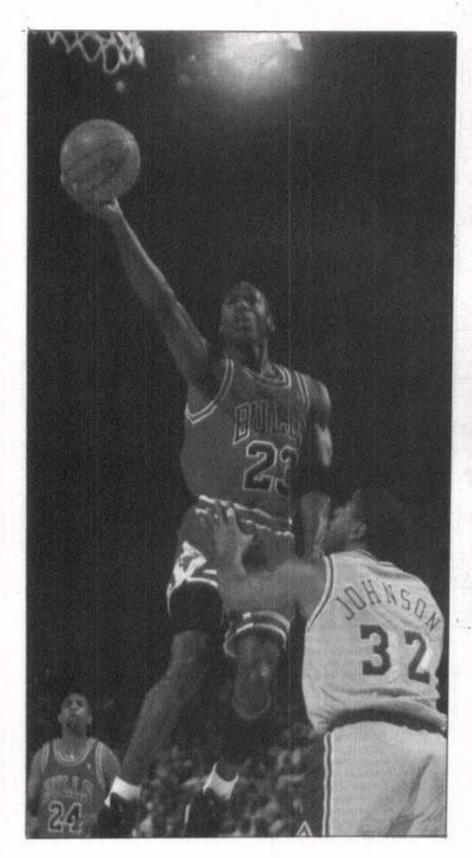
محمد صبحي حسانين (١٩٩٥م): أنماط أجسام أبطال الرياضة من الجنسين، دار الفكر العربي، القاهرة.

يضم هذا الكتاب توصيفا كاملا لأنماط أجسام أبطال الرياضة من الجنسين في أكثر من ٣٥ لعبة رياضية.. والكتاب مدعوم بالصور والأشكال التوضيحية مع شرح متكامل لنظرية أنماط الأجسام وأساليب قياسها.





شكل رقم (٨٤)
بناء الجسم وتكوينه
أساس التفوق فى بعض الألعاب
الرياضية



شكل رقم (٨٥)
حجم الجسم أساس التفوق فى بعض
الألعاب

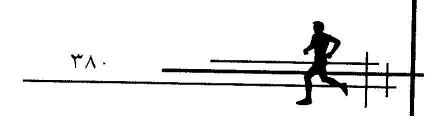
ولقد أثبتت نتائج دراسات متعددة وجود علاقة عكسية كبيرة بين كمية الدهون فى الجسم وبين الأداء فى الأنشطة الرياضية (Wilmore and Haskell, 1972)، فكلما زادت النسبة المئوية للدهون فى الجسم نقص أداء الفرد رياضيا . . ، وهذا صحيح لجميع الأنشطة التى تتطلب تحريك الجسم إما رأسيا وإما أفقيا أثناء اللعب.

كثير من اللاعبين يعتقدون أنهم لابد أن يكونوا ضخاما ليكونوا على مستوى جيد فى ألعابهم . . ، وهذا صحيح إلى حد كبير، انظر الشكل رقم (٨٥)، إذا كانت الزيادة فى الحجم ناتجة عن الزيادة فى الأنسجة الخالية من الدهون . . ، فالحجم Size مرتبط بنوعية الأداء الرياضى وبنوع النشاط الرياضى.

إن إضافة المزيد من الدهون للجسم لمجرد زيادة وزن أو حجم الجسم يكون معوقاً للأداء باستثناء لاعبى رفع الأثقال، حيث يسمح لهم بزيادة الدهون فى الجسم لكون ذلك يساعدهم على خفض مركز ثقلهم center of gravity ويعطيهم ميزة حركية أكبر عند رفع الأثقال . . ، ورغم هذا التفسير فيما يتعلق برفع الأثقال فإن التصور حاليا هو ضرورةِ إجراء المزيد من البحوث فى هذا الشأن.

ويعتبر حجم الجسم من أكثر عوامل الفوز فى المصارعة، فكلما زاد حجم المصارع كان ذلك ميزة له، ولكن المصارع صاحب الوزن الأكبر من الجسم الخالى من الشحم هو الأعظم دائما ويكون لديه مقومات النجاح العام.

ما سبق يشير إلى أن الاهتمام يجب أن يوجه بالنسبة للرياضيين إلى وزن الأنسجة الخالية من الدهون Lean body weight أكثر من الاهتمام بالوزن العام Overallweight، ولقد أمكن حاليا تحديد أوزان الأجزاء الخالية من الشحوم فى الجسم بدقة عالية، وهذا يمهد إلى وضع البرامج المقننة التى تستهدف تنمية الأنسجة الخالية من الدهون إلى الحد الأقصى المقرر، وفى نفس الوقت المحافظة على استمرارية محتواه من الدهون فى مستويات منخفضة نسبيا.



إن منهاجية الحجم وتنمية الأجزاء الخالية من الدهون تعتبر سليمة تماما بالنسبة للأنشطة التى تتطلب القوة Strength والقدرة Power والجلد العضلى Muscular Endurance . . ، فى حين أن عكس هذا الأمر هو المطلوب للاعب التحمل Endurance Athlete الذى يجبر على تحريك كتلة الجسم بأكملها total body mass أفقيا لفترات ممتدة من الزمن.

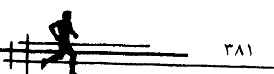
الوزن الإضافى additional weight حتى ولو كان فى الأنسجة النشطة الخالية من الدهون ربما ينُقص أكثر مما يسهل القدرة على الأداء بالنسبة للرياضيين.

إن القياس أو التقدير الدقيق لتكوين الجسم لاغنى عنه، فى حين أن استخدام مستويات جداول الطول والوزن لا تمدنا بتقدير دقيق لما يجب أن يزنه اللاعب، ولقد ثبت ذلك فى دراسات أجريت منذ فترة زمنية طويلة مثل دراسة ولهام وبينكى Welham and Behnky عام ١٩٤٢م التى أجريت على ٢٥ لاعبا محترفا، حيث تبين أن ١٧ منهم غير لائقين بدنيا لأداء التجنيد العسكرى أو للحصول على بوليصة تأمين من الدرجة الأولى بسبب أوزانهم، فى حين أثبتت الدراسة أن أحد عشر لاعبا ممن أثبتت جداول الطول والوزن أنهم غير لائقين (١٧ لاعبا) لديهم مستويات منخفضة من الشحم فى الجسم، وهذا يوضح أن حالة زيادة الوزن كانت نتيجة لزيادة الأنسجة الخالية من الشحم وليست زيادة فى الدهون.

إن معدلات تكوين الجسم تميل للتنوع حسب اللعبة الرياضية، فالألعاب والأنشطة التى يلزمها مكون التحمل endurance بشكل كبير تحتاج نمطيًا إلى رياضيين ذوى أجسام بها نسب منخفضة نسبيا من الدهون، فلاعبو ولاعبات جرى المسافات الطويلة عادة ما يوجد فى أجسامهم أقل من ١٠٪ دهون، وهذه نسبة منخفضة إذا تبينا أن نسبة الدهون لدى شباب الكليات من الذكور هى ١٥٪ من أوزانهم، وللإناث ٢٥٪ من أوزانهم.

والسؤال المهم هنا هو:

هل هذه النسبة المنخفضة من الدهون لدى لاعبى ولاعبات جرى المسافات الطويلة (أقل من ١٠٪ من وزن الجسم) نتيجة طبيعية للانتقاء الطبيعى normal selection لأفراد نحاف لجرى المسافات؟ أم هل هذا نتيجة لجرى من ٦٠ إلى ١٠٠ ميل أو أكثر أسبوعيا كجزء من برامج التدريب؟



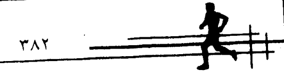
لاشك أن النمط الجسمى المناسب والتدريب الرياضى المقنن هما عاملا النجاح فى الرياضة، وهذا ينطبق بشكل كبير على رياضة الجرى لمسافات طويلة . . ، ومن ثم فإن الإجابة المتاحة حاليا على هذا التساؤل هى أن كليهما يرجع إليه هذه النسبة القليلة من الدهون.

الجدول رقم (٥٥) يعرض نسب الدهون فى الجسم لبعض الألعاب الرياضية، مع ملاحظة أن هذه النسب ليست معدلات مثالية أو أهدافا يجب على الرياضى محاولة الوصول إليها؛ لأن بعض هذه المعدلات بالنسبة للفرد أو للفريق قد تكون أعلى مما يعتبر مرغوبا كمستوى عادى. والقاعدة أنه فى كل الألعاب الرياضية تقريبا تعتبر النسب المنخفضة فى الدهون مطلوبة بسبب العلاقة العكسية العالية بين الأداء ونسب الدهون فى الجسم.

جدول رقم (٥٥)

مدى دهن الجسم النسبى فى رياضات مختلفة

الرياضة	النسبة المئوية للدهن النسبى	
	رجال	سيدات
جرى المسافات	٤ ـ ٨	٦ ـ ١٠
المصارعة	٤ ـ ٨	—
الجمباز	٦ ـ ١٠	٨ ـ ١٢
السباحة		
مسافات قصيرة	٦ ـ ١٠	٨ ـ ١٢
مسافات طويلة	٨ ـ ١٢	١٠ ـ ١٤
كرة السلة	٨ ـ ١٢	١٢ ـ ١٦
كرة القاعدة ـ الكرة الناعمة	١٢ ـ ١٦	١٤ ـ ١٨
كرة القدم الأمريكية		
الظهير والهجوم	٥ ـ ١٠	
خط الظهر	١٠ ـ ١٦	
لاعبو الخط	١٢ ـ ٢٠	
التنس	١٢ ـ ١٦	١٥ ـ ٢٠
ألعاب القوى	١٥ ـ ٢٣	١٨ ـ ٣٥



وأخيرا . . ، يحاول بعض الرياضـيين جاهدين خفض أوزانهم إلى أدنى وزن ممكن لكى يكسب ميزة عـلى منافسه، وهذا أمر منتشـر بشكل خاص فى الألعاب الوزنية مثل: الملاكمة والمصـارعة . . ، هؤلاء الأفراد بعملهم هذا يتلفون Jeopard-ized صحتهم، فعن طريق أسلوب مشـابه لاستخدام الرجيم القياسى crach diets كمـا سبق أن أشرنا يفقـد هؤلاء الرياضيون كـميات كبـيرة من أوزانهم عن طريق الجفاف dehydration غالبا، ومن هـذه الأساليب المستخدمـة التدريب فى بدل من المطاط من أجل إخـراج أكبـر قدر من العـرق، ويجلسون فى حـمامـات البـخار ويمضغون المناشف ليـفقدوا اللعاب(*) ويجعلون طعامهم وسـوائلهم المكتسبة عند أدنى مستـوى . . ، مثل هذا الفاقد القـاسى من الماء يشمل الكلى Kidney وعمل الجهاز الدورى التنفسى Carduovascular عامة . . وهذا خطير جدا .

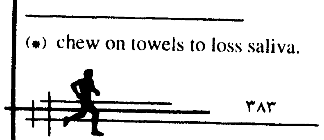
إن فقد ٢٪ إلى ٤٪ من الوزن نتيجة للجفاف يمكن أن يؤثر سلبا على الأداء الرياضى، كما يـجب تحديد المستويات على أساس وزن جـسم اللاعب الخالى من الدهون، ويجب أن يحتـوى الجسـم الكلى للاعب على مـا لا يقل عن ٥٪ من الدهون . . ، وهذا يعنى أن ٩٥٪ من وزن جـسم اللاعب الرياضى يجب أن يكون خاليا من الدهون .

وبمعرفة وزن الجسم الخـالى من الدهون يجب ألا يكون وزن المنافسة -Com petiton weight أقل من الوزن التالى:

$$\text{الحد الأدنى لوزن المنافسة} = \frac{\text{وزن الجسم الخالى من الدهون}}{٠,٩٥}$$

وبالطبع كلمـا زاد الوزن الخـالى من الشـحم كلمـا زاد الحـد الأدنى لوزن المنافسة .

(*) chew on towels to loss saliva.



الخلاصة

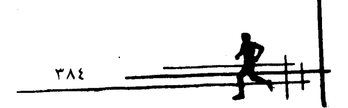
١ - أصبح واضحا بشكل متزايد أن بناء جسم الرياضى Body Build وتكوينه Body Composition يلعبان دورا هاما فى تقدير نجاحه الرياضى، وبناء الجسم يتعلق بالشكل Form والبناء Structure وتقدير كميته تبعا لنمط الجسم Somatotype.

٢ - فى تحديد نمط الجسم يعطى الجسم رتبة لكل مركبة من مركبات الجسم الثلاثة: وهى مركبة السمنة Endomorphy ومركبة العضلية Mesomorphy ومركبة النحافة Ectomorphy . . ، وهى تعكس السمنة Ediposity والعضلية Muscu-larity والنحافة Linearity على التوالى.

٣ - حجم الجسم Body Size يشير ببساطة إلى طول وكتلة الجسم أو وزنه، وتكوين الجسم Body Composition يشير إلى مكونات الفرد التى يتكون منها كتلة الجسم الكلية total body mass.

٤ - ما يهم اللاعب فى المقام الأول هو التمييز بين وزن الدهون fat weight ووزن الجسم الخالى من الدهون lean weight . . ، والأخير يشمل العضلات والعظام والجلد والأعضاء الأخرى.

٥ - تكوين الجسم Body Composition يمكن قياسه فى المعمل، كما يمكن قياسه وتقديره فى موقع اللعب، وأسلوب الوزن تحت الماء هو أحد أدق وأكثر الأساليب ثقة فى صحتها ويمكن استخدامه فى المعمل وخارج المعمل . . ، هذا الأسلوب يمدنا بتقدير حيز الجسم Body Volume، ثم تحسب بعد ذلك كثافة الجسم حسب النسب بين كتلة الجسم Body mass أو وزنه وحيز الجسم . . ، ومن كثافة الجسم يمكن الحصول على تقديرات دقيقة لوزن الجزء الخالى من الدهون وكذلك الدهون.



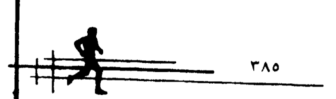
٦ ـ الأساليب الأنثروبوميترية Anthropometric تستخدم المحيطات Girths لأجزاء الجسم، وعروض العظام breadths of bones، وسمك طبقات دهن الجسم للحصول على تقديرات دقيقة نوعا لوزن الجزء الخالى من الدهون، كذلك الدهون بالنسبة للوزن الكلى للجسم.

٧ ـ التدريب البدنى له أثر متواضع على بناء جسم Body Build الرياضى، فنمط الجسم Somatotype يحدد مبكرا فى الحياة ويقرره التكوين الوراثى للفرد الرياضى.

٨ ـ تكوين الجسم Body Composition يمكن تغييره بشكل ملحوظ عن طريق التدريب البدنى، فالتدريب طويل المدى يسبب زيادة وزن الجسم الخالى من الدهون وينقص وزن الدهون فى الجسم...، وحجم هذه التغيرات يتوقف بشكل كبير على نوع التمرين type of exercise المستخدم فى برنامج التدريب، فتمرينات القوة Strength تسهل من اكتساب وزن الجسم الخالى من الدهون، وتمرينات التحمل Endurance تسهل من فقد وزن الدهون، ولغرض فقد الدهون فى الجسم يجب على اللاعب أن يجمع بين تدريب متوسط للتحمل moderate endurance مع خفض معتدل فى إجمالى السعرات المكتسبة من ٢٠٠ إلى ٥٠٠ كيلوكالوري فى اليوم.

٩ ـ إذا كان الهدف فقد رطل واحد من الوزن أسبوعيا، فهذا يمكن حدوثه ويفضل عن الأهداف الكبيرة لخفض الوزن التى تصل من ٣ إلى ٤ أرطال فاقد وزن أسبوعى.

١٠ ـ التمرين الذى يستغرق أكثر من ساعة من الزمن لا يزيد الشهية بشكل ملحوظ، وفى الحقيقة ربما يميل إلى تقليلها، وقد يرجع هذا إلى زيادة الهرمونات الهادمة Circulating catecholamines التى تصاحب التمرينات التى تصل لمستوى من المتوسط moderate إلى شديد heavy من الشدة.



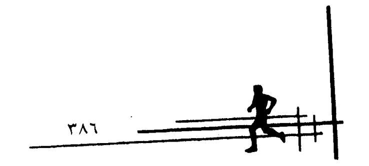
وهذه الهرمونـات الهدامة Catecholamines ربما يكون لهـا أثر فى حركـة الدهون فى الأنسجة الدهنية adipose tissue التى تفسر فـقد الدهون الذى يحدث عادة باستمرار التدريب.

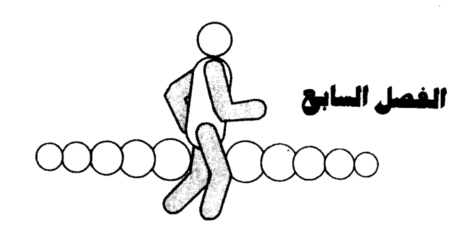
كما أن هرمون النمو Growth hormone ربما يلعب دورا هامـا أيضـا فى حركة الدهون mobilization of fat، وربما يكون مسئولا عن زيادة الأنسجة الخالية من الدهون باستمرار التمرين بسبب عملية البناء الخلوى.

١١ - تم نقد ما يتعلق بالخفض الموضعى للدهون فى عدد من الدراسات، فمن الواضح أن الجسم يحرك الدهون من مخازن الجسم عامة مستنفداً أولا المخازن الأكثر تركـيزا، وإزالة الدهون من مواقع منتقاة أو مـعزولة بتركيز التـدريب عليها بشدة لم يؤكد فى الأبحاث الحديثة وربما لايمكن تأكيده.

١٢ - بناء الجسم وتركيـبه هام جدا فى الرياضة، ولكل لعبـة نمط معين من الأجسام التى يـمكن أن تحقق النجاح...، وتعتـبر مركبة العـضلية Mesomorphy مطلبا سائدا فى مـعظم الألعاب الرياضية، فقليل من الرياضيـين تكون السيادة فى نمطه الجسمى لمركبة السمنة Endomorphy أو النحافة Ectomorphy.

وتكوين الجسم هام جدا عندما يتطلب نوع الرياضـة تحريك الجسم رأسيا أو أفقيا فى الفراغ. وأظهرت نتائج البـحوث وجود علاقة عكسية بين الأداء الرياضى ونسبـة الدهون فى الجسم...، ورغم تباين نسـبة الدهون المطلوبة فى الجسم وفـقا لنوع الرياضة، فإن خفض نسبة الدهون فى الجسم يتناسب عكسيًا - كما أوضحنا - مع كفاءة الأداء الحركى...، وهذه قاعدة وجد لها استثناءات قليلة جدا.





الإيقاع الحيوى



ماهية الإيقاع الحيوى وتطور مفهومه

الإنسان لا يبقى دائما على حالة واحدة، فهو يتغير من سنة إلى أخرى، ومن شهر إلى آخر، ومن يوم إلى آخر، بل ومن ساعة إلى أخرى. . ، وهذا التغير فى حالة جسم الإنسان يظهر فى شكل إيقاعات حيوية متباينة.

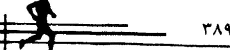
ويقصد بالإيقاع الحيوى التموجات التى تحدث فى مستوى حالة أجهزة الجسم المختلفة ما بين الارتفاع والانخفاض. . ، حيث لا يستطيع الجسم البشرى أن يظل يعمل بكامل طاقة أجهزته وبمستوى عالٍ من الكفاءة الفسيولوجية لفترات زمنية طويلة، حيث يتغير الحال ما بين الارتفاع والانخفاض فى جميع وظائف الجسم على مدار حياة الفرد، وهذه ظاهرة بيولوجية طبيعية تتفق فيها كافة الكائنات الحية.

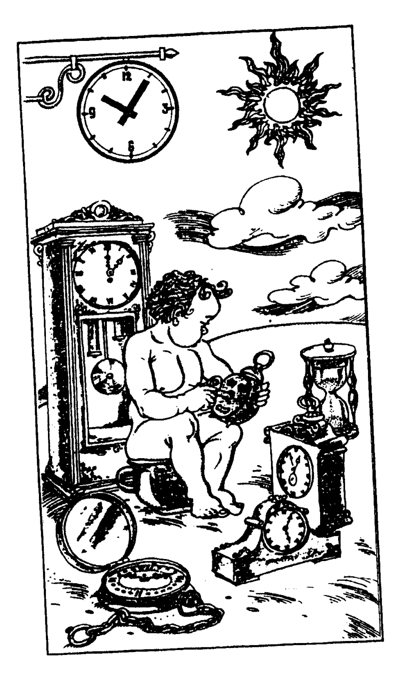
كما أن أجهزة الجسم المختلفة تتباين فى إيقاعاتها، فالقلب يتغير إيقاعه فى غضون عدة ثوان أو حتى أجزاء من الثانية، والتنفس يحتاج إلى عدة ثوان، فى حين أن إيقاع إفرازات المعدة والأمعاء الدقيقة تحتاج إلى عدة ساعات لتغيير إيقاعاتها، فى حين أن تغير إيقاعات النوم واليقظة يحتاج إلى عدة أيام.

ولا يقتصر الإيقاع الحيوى على مجرد تغيرات فى مستوى كفاءة أجهزة الجسم على مدار اليوم الكامل (٢٤ ساعة) فقط، بل يمتد ليشمل فترات زمنية قد تطول أو تقصر. . ، فهناك الإيقاع الحيوى الأسبوعى (على مدار الأسبوع) وهناك الإيقاع الحيوى الشهرى (على مدار الشهر) ولعل أكبر مثال على ذلك اختلاف كفاءة الجسم الفسيولوجية لدى الإناث البالغات ارتباطا بمراحل الدورة الشهرية (إيقاع حيوى شهرى). . ، كما قد يمتد الإيقاع الحيوى لمدة عام كامل.

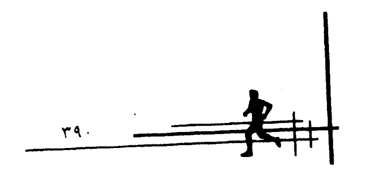
ولا يقتصر مفهوم الإيقاع الحيوى على مجرد التغيرات الحادثة فى الوظائف الفسيولوجية للفرد فقط، فهو يمتد أيضا ليشمل النواحى الانفعالية أو النفسية. . إذ يشمل الإيقاع الحيوى كافة تكوينات الإنسان البيولوجية والنفسية والاجتماعية.

وتشمل الإيقاعات الحيوية أكثر من ٤٠٠ وظيفة من وظائف الجسم، ويعتبر الإيقاع الحيوى لحرارة الجسم من الوظائف الهامة التى يهتم بدراستها العلماء،





شكل رقم (٨٦)
الإيقاع الحيوى يتكون منذ الطفولة
عن: (دوسكين ن. أ، لافرن تيفان. ن. أ، ١٩٩١م)



حيث تكون فى أقل درجاتهـا انخفاضا فى الصباح، ثم ترتفع درجـة حرارة الجسم حتى تصل إلى أقصى درجة لها فى الساعة السادسة مساء.

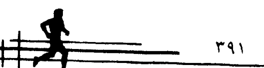
كما أن إيقاع عمل الكلى خلال فترة ٢٤ سـاعة يظهر أنها أكثر نشاطا خلال الساعات الأولى من اليوم (صباحا)، وكذلك الأمـر بالنسبة لإيقاع الغدد الصماء، غير أن إيقاع النوم واليقظة والعمل والراحة هـى الإيقاعات الرئيسية التى ترتبط بها كافة الإيقاعات الحيوية لأجهزة الجسم المختلفة.

ويعتبر المرض من الوجهة الإيقاعية الحيوية هو اختلال فى الإيقاعات الحيوية لأجهـزة الجسم، فإذا وصلت درجـة حرارة الجسم إلى ٣٩ درجـة فإن ذلك يعنى الذهاب إلى الطبيب.

عام ٣٠٠ قـبل الميلاد أثبت عـالم يونانى من الإسكندرية أن معـدل النبض لدى الأشخاص الأصحاء يتغير خلال اليوم الواحد.

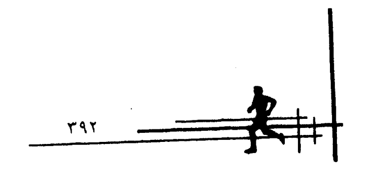
وفى باريس (فى منتصف القرن الماضى) طلب أحد العلماء من أحد الوسطاء تحت تأثير التنويم المغناطيسى أن يرسل له خطابا بعد ١٢٣ يوما، وبعد هذه الجلسة بفتـرة ٢٣ يوما سأل العـالم الوسيط عن عـدد الأيام الباقيـة على إرسال الخطاب فأجاب بسرعة دون تفكير أنه تبقى ١٠٠ يوم..، وعندما سأل العالم الوسيط هل قمـت بحساب عـدد الأيام؟ أجاب أن هـذا حدث بشكل عـام دون حسـاب عدد الأيام، أى أن الوسـيط تمكن من أن يشـعـر بعـدد الأيام دون أن يقوم بـحسـاب عددها، وكذلك عـدد الأسابيع والشهور، حيث يمكن أن يصل إحـساس الإنسان إلى إمكانية تحديد أجزاء الزمن القصيرة جدا كالدقيقة والثانية بمعدل عالٍ من الدقة. (وهذه الخاصيـة تستخدم فى تـدريبات السرعة والإحسـاس بالسرعة فى السـباحة والجرى).

إن حالة الجسم البشرى وجميع أعضائه حـتى مستوى الخلية الواحدة تتعرض لتغيرات مستمرة طوال الوقت، وتتكرر هذه الـتغيرات مع مختلف المراحل البينية، فالخلية العصبية ترسل إشاراتها العصبية على مسار الليفة العصبية فى شكل دفعات من النبضات الكهربية ما بين الانقباض والانبساط طوال الحياة..، كما يتغير ضغط الدم على جدار الشـرايين ما بين الضغط الانقـباضى حين يرتفع ومـا بين الضغط





شكل رقم (٨٧)
الإيقاع الحيوى ومتطلبات الحياة اليومية
عن: (دوسكين ن. أ، لافرن تيفان. أ، ١٩٩١م)

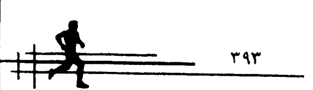


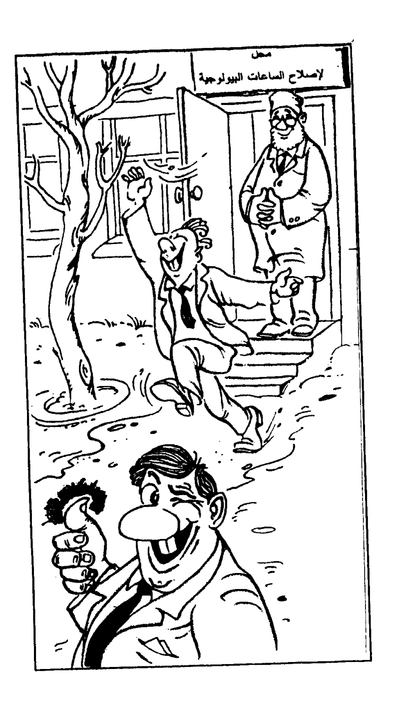
الانبساطى عندما ينخفض، وكذلك ترتفع وتنخفض درجة حرارة الجسم، بل وحالة الجسم كله ما بين النشاط والتعب ما بين العمل والراحة وما بين اليقظة والنوم. .، ويظهر أيضا ما يسمى بالساعة البيولوجية، انظر الشكل رقم (٨٨). ولا تقتصر هذه التغيرات الزمنية على الإنسان وحده، بل يمكن ملاحظتها فى كل الكائنات الحية حيث تظهر فى النباتات والحيوانات بأشكال مختلفة.

اهتم العلماء فى دول كثيرة بمحاولة إيجاد وسائل الوقاية والعلاج لحالات الخلل فى الإيقاع الحيوى، فظهر ما يسمى بعلم الإيقاع الحيوى وأطلق عليه بيورتمولوجى (Biorhtmology)، ثم أصبح يسمى علم الكرونوبيولوجى، وكلمة (كرونو Chrono) تعنى باللغة اللاتينية زمن، كما ظهر مصطلح (كرونومديكال Cronomedical) أى الزمن الطبى، وهو يعنى بدراسة استخدام الإيقاع الحيوى فى المجال الطبى.

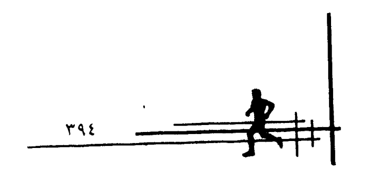
كما ازداد الاهتمام بموضوع الإيقاع الحيوى نتيجة التقدم التقنى الهائل الذى يعيشه الإنسان حاليا، حيث يرتبط الإيقاع الحركى بتطور إيقاع الحياة المعاصرة والتطور الهائل الذى حدث فى تكنولوجيا المواصلات والاتصالات وأمور الحياة والعمل، لقد أصبح إيقاع الإنسان أكثر سرعة مما أدى إلى زيادة الجهد البشرى وقصر فترات الراحة وعدم الاستقرار والانتقال السريع ما بين الهدوء والضوضاء فى سباق الإنسان لتوفير عائد مادى أكبر. . لكل هذا أصبح الإيقاع الحيوى أمرا حيويا للإنسان. .، إذ يجب دراسته وتفهمه لتحقيق الاتزان الأفضل للإنسان فى هذا العصر الذى يتميز بسرعة التغير.

لما سبق أنشئت فى معظم الدول مراكز بحوث ومعامل تختص بدراسة ظاهرة الإيقاع الحيوى للإنسان، ونشرت مجلات علمية متخصصة وأقيمت مؤتمرات علمية وندوات حول موضوع الإيقاعات الحيوية للإنسان، لدرجة أن ما نشره العلماء السوفيت (سابقا) وحدهم فى هذا المجال حتى عام ١٩٩١ ما يقرب من ٥٠ ألف مقال علمى متخصص. كما ظهرت فى السنوات الأخيرة كثير من المراجع العلمية المتخصصة فى الإيقاع الحيوى للجسم، كل منها يهتم بجانب معين لا





شكل رقم (٨٨)
محل لإصلاح الساعات البيولوجية
عن: (دوسكين ن. أ، لافرن تيفان ن. أ، ١٩٩١م)



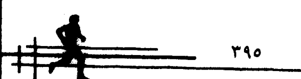
يتكرر من جوانب موضوع الإيقاع الحيوى، وهذا يرجع إلى سرعة نمو وتطور الدراسات العلمية فى مجال الإيقاع الحيوى.

وفى مجال الدراسات العلمية فقد بدأ الاهتمام بدراسة ظاهرة الإيقاع الحيوى منذ حوالى أكثر من ٢٥٠ سنة ماضية، ولم يقل الاهتمام حتى الآن..، ففى خلال العشرين سنة الماضية نوقشت مشاكل الإيقاع الحيوى فى أكثر من ٣٣ مؤتمرا دوليا فى معظم دول العالم منها أمريكا والاتحاد السوفيتى (سابقا) وإنجلترا وفرنسا وبولندا وألمانيا.. إلخ..، ولقد تطور علم الإيقاع الحيوى بفضل تلك الدراسات المكثفة التى أجريت فى هذا المجال والتى أكدت أهمية هذا المجال نظرا لأربعة اعتبارات هامة هى:

(١) زيادة حدود اليوم الواحد..، وذلك نتيجة التطويل الاجتماعى المتمثل فى السهر لفترات متأخرة من اليوم لمشاهدة التلفزيون وسماع الراديو وحضور حفلات الموسيقا وغيرها من السهرات الفنية. كل ذلك أدى إلى التأثير على طبيعة الإيقاع الحيوى على مدار اليوم الواحد، وجعل هناك حاجة إلى النوم نهارا لفترات زمنية تهبط فيها كفاءة الجسم لإعطاء فرصة للنشاط لمدى أطول يمتد إلى فترات متأخرة من اليوم. وهذا فى حد ذاته أصبح يمثل تحديا للإيقاع الطبيعى لليقظة والاستيقاظ الذى تعود عليه الإنسان..، لقد أدى انتشار المدنية إلى إحداث بعض التغيرات الجوهرية على الإيقاع الحيوى الطبيعى.

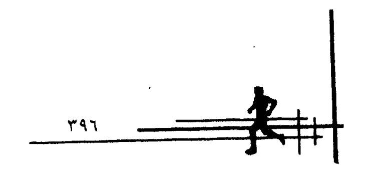
(٢) تميزت ظروف الحياة العصرية بزيادة فترات العمل سواء نهارًا أو ليلاً (عمال المناجم مثلا.. انظر الشكل رقم ٨٩).، وأصبح على الإنسان أن يسعى فى سبيل الحصول على الرزق بصرف النظر إن كان هذا يتطلب منه العمل فى أول اليوم أو منتصفه أو آخره ولأوقات طويلة..، وقد أدى ذلك إلى قلة فترات الراحة والاسترخاء، وزاد من فترات التوتر والاجهاد. ولهذا أيضا تأثيرات جوهرية على طبيعة الإيقاع الحيوى.

(٣) التأثيرات البيئية السلبية على الإيقاع الحركى اليومى، والتى كان من أبرز علاماتها زيادة نسبة إصابات أمراض الجهاز الدورى والجهاز التنفسى والجهاز العصبى.





شكل رقم (٨٩)
الإيقاع الحيوى وتغيير ورديات عمال المناجم
عن: (دوسكين ن. أ، لافرن تيفان ن. أ، ١٩٩١م)



(٤) زيادة أعبـاء اليوم المدرسى، وزيادة متطلـبات التحـصيل الدراسى التى أصبحت تستغرق فترة طويلة على مدار اليوم الكامل.

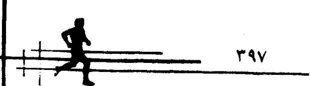
المبادئ الأساسية لتنظيم الإيقاع الحيوى للرياضى

من المعروف أن الإيقاع الحيوى يلعب دورا هاما فى التأثير على كفاءة أجهزة الجسم..، وحتى ينتظم الإيقاع الحيوى يلزم اتبـاع بعض المبادئ الأساسية وخاصة بالنسبة لإيقاع النوم واليقظة. وتتلخص هذه المبادئ الأساسية فيما يلى:

١ ـ اتباع نظام ثابت لتوقيـتات أنشطة اليوم الواحد..، ويعنى هذ المبدأ أن يلتزم الفرد الرياضى بتـوقيتات محـدودة لكافة أنشطة حياته اليومـية مثل النوم فى توقيت معـين والاستيقـاظ فى توقيت معين، وكـذلك تحديد مواعيد ثابـتة للغذاء وللراحة وللتدريب.

٢ ـ عدم تغير نظام العمل والراحة والنوم واليقظة..، حيث يؤدى أى تغيير لنظام العمل والراحة والنوم واليقظة إلى حدوث خلـل فى الإيقاع الحيوى، فإذا ما تعود الرياضى على النوم فى موعد معين ثم حاول النوم مـبكرا استعدادا للمشاركة فى بطولة فى اليوم التـالى فإن ذلك سوف يؤثر عكسـيا ويؤدى إلى اختـلال إيقاع النوم واليقظة، وقـد يؤدى إلى حدوث حالة الأرق لدى الرياضى، وكـذلك الحال إذا ما تأخر الرياضى عن مواعيد التدريب وتغـييرها، كل هذه التغيرات تؤثر تأثيرا مباشـرا على حالة الإيقاع الحيوى، وكلمـا التزم الرياضى بمواعيد ثابتـة ومحدودة للتدريب والـراحة وللنوم واليقظة فـإن لذلك تأثيره الإيجـابى على نشاط وحـيوية الرياضى والاستـفادة الكاملة من فتـرات اليوم سواء فى حالة الراحـة أو العمل أو النوم أو اليقظة.

٣ ـ عدم تغير السلوك المعتاد قبل النوم..، إذا ما تعود الرياضى على بعض العادات قبل النوم فعليه الالتـزام بها..، ومن هذه العادات المشى قليلا قبل النوم، أو أخذ حمام دافئ قبل النوم، أو العشـاء المبكر قبل النوم.. إلخ، حيث إن تغير مثل هذه العادات أو السلوكيات التى تعـود عليها الشخص قبل النوم يمكن أن يؤثر على الإيقاع الحيوى للنوم واليقظة ويصيب الرياضى بالأرق.



والجدير بالذكر أن الإمكانات الحركية للأشخاص تتغير ما بين الارتفاع والانخفاض على مدى الأربع والعشرين ساعة، ويرتبط هذا التغير بالإيقاع الحيوى، فنلاحظ مثلا خلال الساعات الأولى من اليوم انخفاض كفاءة اللاعبين.

ويلعب التدريب دورا هاما فى التغيرات الوقتية للكفاءة، حيث تزداد درجة كفاءة فترة التدريب وتقل فى فترة الغذاء.

ويؤدى تغير نظام التدريب الرياضى فى البداية إلى بعض الاختلال لبضعة أيام، ثم يتم التكيف مع النظام الجديد للتدريب بعد ذلك، وقد يتطلب الأمر فترة زمنية تصل إلى ثلاثة أسابيع تقريبا. ويمكن تقليل هذه الفترة إلى أسبوعين بزيادة الحمل من حيث الشدة والحجم.

وتتغير كفاءة الرياضيين من شهر إلى آخر، ومن موسم إلى آخر، أى أنها ذات إيقاع لفترات طويلة، وتطبيقا لذلك يجب أن يراعى المدرب أن تكون مواعيد التدريب خلال اليوم متناسبة مع نفس مواعيد إقامة المنافسات.

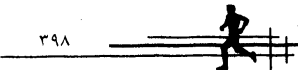
متجهات عامة فى الإيقاع الحيوى

* خصائص الايقاع الحيوى:

تعادل فترة الإيقاع الحيوى اليومى فترة دوران الأرض حول محورها تقريبا، وتمر بالدورة اليومية للإيقاع الحيوى جميع أجسام الكائنات الحية وتعتبر من خصائصها الوراثية، وتختلف مستويات الإيقاع الحيوى لأجسام الكائنات الحية ذات الخلايا المتعددة (بحيث تكون على مستوى الخلية والعضو والجسم ككل)، ويمكن أن تتغير فترات الإيقاع الحيوى فى حالة تغير العوامل الخارجية، ويرتبط إيقاع خلايا وأعضاء وأجهزة الجسم بإيقاع مراكزها العصبية بالمخ، ويعتبر إيقاع النوم واليقظة هو الإيقاع الرئيسى الذى يمثل مفتاحا لجميع إيقاعات وأجهزة الجسم المختلفة.

* عوامل تشكيل الإيقاع الحيوى:

يحتل نظام العمل والراحة للإنسان الأهمية الأولى، حيث يمكن تغيير هذا النظام إراديا عن طريق الورديات الليلية مثلا، أو تبعا لتغير فترة الإظلام والإضاءة



فى حالة الانتقال من دولة إلى أخرى يختلف فيها الزمن مثل الانتقال من القاهرة إلى أمريكا مثلا . . ، ويؤدى تغير إيقاع العمل فى البداية إلى هبوط مؤقت للكفاءة، وقد يظهر أحيانا الشعور بالتوعك الصحى وذلك نتيجة لاختلال توافق عمل أعضاء وأجهزة الجسم المختلفة.

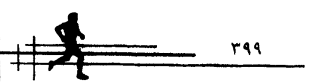
وعادة ما يحتاج الإنسان لفترة زمنية معينة يتم فيها إعادة التوافق لعمل أعضاء وأجهزة الجسم المختلفة لتعمل معا، وذلك فى حالة تغيير الإيقاع السريع كالسفر من الشرق إلى الغرب مثلا، وتختلف الفترة الزمنية اللازمة لإعادة توافق الإيقاع الحيوى، حيث يحتاج إيقاع النوم واليقظة من يومين إلى تسعة أيام. ويتكيف الأشخاص المدربون على العمل فى ساعات مختلفة على ظروف تغيير الإيقاع الحيوى بصورة سريعة.

*** الإيقاع الحيوى والفروق الفردية:**

يختلف الأفراد فيما بينهم بالنسبة للإيقاع الحيوى اليومى، فمنهم من يكون أكثر نشاطا خلال ساعات النهار ولكنه فى ساعات الليل يكون أقل نشاطا ويخلد إلى النوم مبكرا وكذلك يستيقظ مبكرا، وهناك مجموعة أخرى من الأفراد على العكس من ذلك حيث يتميزون بزيادة النشاط الحيوى ليلا، ويكونون أقل نشاطا خلال ساعات النهار، كما أن هناك مجموعة أخرى من الأفراد الذين يتميزون بارتفاع غير منتظم، حيث ينشطون خلال ساعات معينة من اليوم وينخفض نشاطهم خلال ساعات أخرى. وهناك عدة اختبارات لتحديد نمط الشخص من حيث هل هو نمط ينشط نهارا أم ينشط ليلاً أم متنوع النشاط خلال اليوم الواحد.

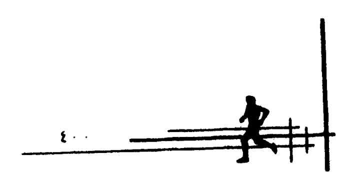
*** الإيقاع الحيوى ومتوسط العمر:**

اتضح أن الأفراد الذين يعيشون فى الجبال والبيئات الطبيعية بعيدا عن صخب المدن يمتازون بزيادة متوسط العمر، ولعل ذلك يرجع إلى انتظام الساعات البيولوجية لديهم من حيث انتظام مواعيد النوم والاستيقاظ والغذاء وثبات الإيقاع الحيوى للحياة وبصفة خاصة الإيقاع الحيوى الصباحى حيث إن اختلاله يؤثر على كثير من وظائف الجسم الحيوية.





شكل رقم (٩٠)
بائع متجول للإيقاع الحيوى لجميع الأعمار
عن: (دوسكين ن. أ، لافرن تيفان ن. أ، ١٩٩١م)



وتبدأ الساعة البيولوجية للإنسان فى البطء لدى السيدات فى عمر ٣٥ سنة، حيث تقل كتلة النسيج العظمى ١٪ كل سنة، وتتأخر هذه العمليات لدى الرجال بعد عمر ٥٥ سنة وتبلغ نسبة الفاقد حتى عمر ٧٠ سنة من ١٠ ـ ١٥٪، ولذلك يصعب فى الأعمار الكبيرة علاج الإصابات حيث يكون هناك بطء فى سرعة الشفاء، ومثال على ذلك فإن الجراح تشفى لدى من هم فى عمر ٢٠ سنة بسرعة مضاعفة مرتين مقارنة عن من هم فى عمر ٤٠ سنة، وبالنسبة للطفل فى عمر خمس سنوات فإن الجراح تشفى أسرع خمس مرات مقارنة عن من هم فى عمر ٦٠ سنة.

*** بدء الإيقاع الحيوى:**

يبدأ الإيقاع الحيوى فى التكوين من قبل ميلاد الطفل، ويعتبر الإيقاع الحيوى للأم هو المصدر الرئيسى للإيقاع الحيوى للطفل، ولذلك فإن مستقبل الإيقاعات الحيوية للطفل يتوقف على تلك الإيقاعات التى تتشكل خلال فترة وجوده فى بطن الأم، وبعد ٢٤ أسبوعا يجب أن يتمكن الطفل من تمييز صوت الأم والأب وغيره من الأصوات الأخرى.

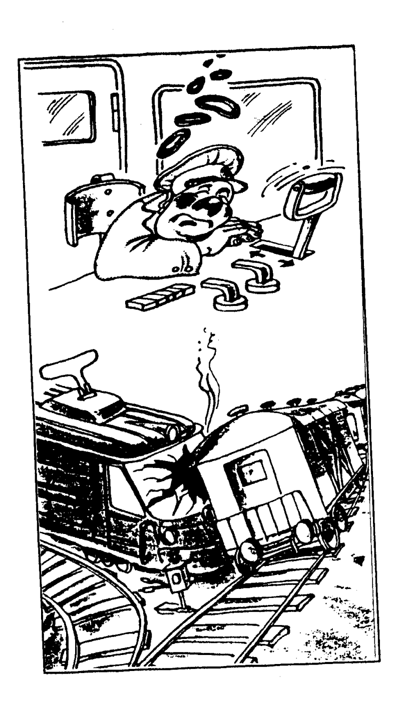
*** إيقاع القياس الحيوى:**

والجدير بالذكر أنه يمكن دراسة الإيقاع الحيوى لدرجة حرارة الجسم ومعدل القلب وضغط الدم خلال ٢٤ ساعة، بحيث يتم قياس وتسجيل هذه المؤشرات مرة كل ٣ ساعات على الأقل، مع مراعاة أن هناك فترة نوم حوالى ٦ ساعات حيث يتم القياس بعد الاستيقاظ مباشرة، ويمكن أن تستمر هذه العملية ٧ أيام على الأقل أو ما يقرب من الشهر، على ألا تقل فترة القياس والمتابعة عن ٣ أيام.

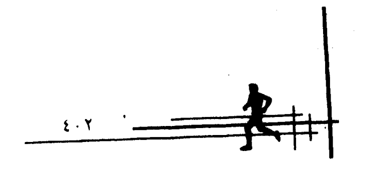
*** إيقاع النوم:**

يشير كثير من العلماء فى مختلف الدول إلى أن معظم الناس يحتاجون إلى فترة نوم حوالى ٧ ـ ٨ ساعات خلال اليوم، ويرى العالم الأمريكى جونسون والعالم ملك كلود أن ساعات النوم الحرجة هى خمس ساعات ونصف، وعندما ينام الإنسان أربع ساعات فقط خلال اليوم يظهر عليه التعب السريع والعصبية





شكل رقم (٩١)
إغفال الإيقاع الحيوى قد يؤدى إلى كارثة
عن: (دوسكين ن. أ، لافرن تيفان ن. أ، ١٩٩١م)



وضعف القدرة على التركيز . . ، وعادة نادرا ما نشاهد أفرادا ينامون أقل من خمس ساعات خلال اليوم.

تصنيف الإيقاع الحيوى وفقا للزمن

١ ـ الإيقاع الحيوى اليومى:

تختلف الكفاءة البدنية للإنسان على مدار اليوم الواحد، فهى عادة ما تكون مرتفعة خلال الفترة من الساعة العاشرة صباحا حتى الساعة الثانية عشرة ظهراً، ومن الساعة الرابعة حتى السادسة مساءً، وتهبط الكفاءة البدنية فى فترة الظهيرة من الساعة ١٢ ظهراً حتى الساعة الثانية بعد الظهر، وكذلك تهبط فى المساء.

والجدير بالذكر أن هذا الإيقاع لا ينطبق على جميع الأفراد، فليس كل الناس من طراز واحد . . ، غير أنه من الأفضل أن يكون الفرد أكثر نشاطا خلال النصف الأول من اليوم. غير أن الواقع يشير إلى وجود أشخاص أكثر نشاطا صباحاً وآخرون عكس ذلك فهم أكثر نشاطا مساءً.

فى دراسة أجراها العالم الألمانى كافين Kaven على عينة قوامها ٤٠٠ فرد تبين له أن ٥٢٪ من أفراد العينة يمكن تصنيفهم بوضوح إلى نوعين من الأنماط أحدهما نهارى والآخر ليلى . . حيث وجد:

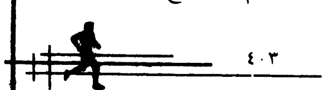
ـ ٣٥٪ نمط ليلى.

ـ ١٧٪ نمط نهارى.

كما لاحظ ارتباط النمط الإيقاعى الحيوى بطبيعة العمل الذى يقوم به الفرد، حيث وجد أن معظم أصحاب النمط النهارى من العمال، فى حين كان معظم أصحاب النمط الليلى من أصحاب الأعمال الذهنية. هذا وقد لوحظت نفس الظاهرة لدى بعض الحيوانات فمنها من ينشط ليلا ومنها من ينشط نهاراً.

وعن صفات الأنماط الحيوية خلال اليوم يمكن تقديم التالى:

أ ـ النمط الليلى: الأفراد أصحاب النمط الليلى أكثر بطئا وهم الأضعف فى الاستجابة للاستثارة، ويتميزون بالهدوء بطبيعتهم، وترتفع درجة الحرارة لدى



هؤلاء الأفراد تدريجيا فى حالة المرض، كما أن شفاءهم من المرض يأخذ وقتا طويلا.

ب ـ النمط النهارى: الأفراد أصحاب النمط النهارى يتميزون بسرعة وقوة التكيف مع الظروف الخارجية، وهم دائما يكتشفون الأفكار الجديدة، ومحبون للعمل وبذل الجهد، وهم يواجهون الحالات المرضية بسرعة وقوة، وسرعان ما ترتفع درجة حرارتهم ثم تنخفض بشكل سريع أيضا، كما أنهم يستجيبون بصورة سريعة لكل المثيرات، ولديهم سرعة استشفاء عالية، ويمكن تحقيق أقصى إنتاجية لهم صباحاً، وهم أكثر حساسية للتغيرات الجوية، وأكثر عرضة للإصابة بأمراض الجهاز الدورى والروماتزم.

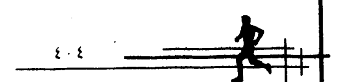
جـ ـ النمط المتباين: هناك مجموعة أخرى من الأفراد ليس لديهم نمط معين للإيقاع الحيوى، وهم يتميزون بزيادة الموجات النشطة على مدار اليوم دون التقيد بالإيقاع الصباحى والمسائى.

ثانياً ـ الإيقاع الحيوى الأسبوعى:

هناك قواعد ثابتة تؤكد على طبيعة ونظرية الإيقاعات الحيوية الدورية.. حيث:

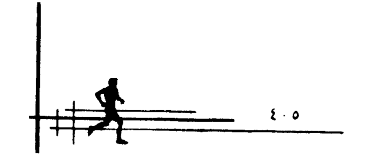
- الإيقاع الحيوى السنوى ويرتبط بدوران الأرض دورة واحدة حول الشمس.
- الإيقاع الحيوى اليومى حيث يرتبط بدوران الأرض حول محورها دورة واحدة كل يوم.
- الإيقاع الحيوى الشهرى حيث يرتبط بدوران القمر حول الأرض دورة واحدة كل يوم.

أما بالنسبة للإيقاع الحيوى الأسبوعى فهو يمثل $\frac{١}{٤}$ من دورة القمر حول الأرض، أو $\frac{١}{٤}$ الشهر القمرى، وقد ربط العلماء والفلاسفة والشعراء منذ العصور القديمة بين مراحل الدورة القمرية حول الأرض وكثير من الظواهر البيولوجية التى تحدث على الأرض.





شكل رقم (٩٢)
الإيقاع الحيوى واختلاف التوقيت الزمنى عند السفر
عن: (دوسكين ن. أ، لافرن تيفان ن. أ، ١٩٩١م)



غير أن الأسبوع هو وحدة زمنية صناعيـة وليست نظرية أو طبيعية مثل اليوم أو الشهـر أو السنة، غير أن عدد أيام الأسـبوع باعتبـارها تقسيمـا زمنيا من وضع الإنسـان اختلفت مـا بين ٣، ٤، ٥، ٦ أيام أو أكثـر من ذلك، إلا أن الأسبـوع المكون من سبعة أيام يعتبر هو التـقسيم الزمنى الأنسب للإيقاعات الحيوية، ولذلك انتشر استخدامه فى العالم كله.

ولعل العـدد «٧» يرتبط بظاهرة تسمـى «ظاهرة ٧»، وهذه الظاهرة تتلخص فى:

- إذا سئل أى فرد عمـره فوق تسع سنوات لاختيار رقم معـين ما بين صفر إلى ٩ فإن الغالبية سيختار رقم ٧.
- يرتبط الرقم ٧ بكثير من الأساطير منذ القدم.
- ذاكرة الإنسـان يمكنها استـيعاب وتسـجيل سبع كلمـات أو سبعة أشـياء بسهولة أكثر.
- يرتبط الرقم «٧» بكثير من الكـلمات الشائعة مثل: سبع سـماوات، سبع بحار، سبع دول، سبع أمم وغيرها.

لقد أصـبحت حيـاة الإنسان ترتبط بالدورة الأسـبوعيـة، ويمكن أن يرتبط الإيقاع الحيوى للإنسان بالدورة الأسبوعية (٧ أيام) كنوع من التعود.

للرقم «٧» فى القـرآن والسنة دلالات كبيـرة تحكى ما لهـذا الرقم من فضل وإجلال وإكرام..

عن ابن عـباس رضى الله عنهـما عن النبى ﷺ قـال: من عاد مريـضا لم يحضـره أجله فقـال عنده سبع مـرات: أسأل الله العظيم رب العـرش العظيم أن يشفـيك، إلا عافاه الله من ذلك المـرض، رواه أبو داود والترمذى وقـال الحاكم: حديث صحيح.

وعن أبى هريرة رضى الله عنه أن النبى ﷺ قال: «سبعة يظلهم الله فى ظله يوم لا ظل إلا ظله: إمـام عادل وشـاب نشأ فى عبـادة الله عز وجل ورجل قـلبه معلق بالمساجـد ورجلان تحابا فى الله اجتمعـا عليه وتفرقا عليه ورجل دعـته امرأة ذات حسـن وجـمال فـقـال: إنـى أخـاف الله، ورجـل تصدق بصـدقـة فأخـفاها

حتى لا تعلم شـماله ما تنفق يمـينه ورجل ذكر الله خاليـا ففاضت عيناه». مـتفق عليه.

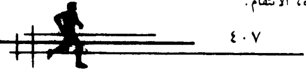
وعدد أبناء رسول الله ﷺ.. ذكورًا وإناثًا سبعـة: القاسم وعبد الله وفاطمة وأم كلثوم وزينب ورقية.. وهم من خديجة رضى الله عنها.. أما إبراهيم فهو من مارية القـبطية. والجنين فى بطن أمه لا يكتـمل إلا فى الشهر السابع.. وفـقرات الرقبة فى الإنسان وكذا فى بعض الحيوانات سبع فقرات.. والسلم الموسيقى يتألف من سبع نغـمات.. والرقم «٧» لا يقبل القسـمة وليس له جذر تربيـعى ولا يقبل التحليل الحسابى.. وقارات العالم سبع.. آسيـا وأفريقيا وأوربا وأستراليا وأمريكا الشمـالية وأمريكا الجنوبيـة والقارة المفقودة.. وعـجائب الدنيا سـبع.. منها اثنان بمصر.. الهـرم الأكبر.. ومنارة الإسكندرية.. والمعلقـات سبع.. وألوان الطيف سبعة: الأحمر والبرتقالى والأزرق والأخضر والنيلى والبنفسجى والأصفر..

وقد ورد فى تفسير القرآن العظيم لابن كثـير: أن الكواكب السيارة سبعة.. يكسف بعضهـا بعضا.. فأدناها القمـر فى السماء الدنيا وهو يكسف مـا فوقه.. وعطارد فى الثـانيـة.. والزهرة فى الثـالثـة والشـمس فى الرابعـة.. والمريخ فى الخامسة.. والمشترى فى السادسة.. وزحل فى السابعة، وقد كان للكواكب السبعة السيـارة تأثيرها الـغلاب فى معـتقـدات الكلدانيين وهم الصـابئة القـدامى، وكان الصابئة الكلدانيون أول من جعلوا حساب الأسبوع سبعة أيام مطابقة لعدد الكواكب السبعة.

ومن الأدب: رحلة السندباد السـبعـة، والأمـيرة النائمـة والأقزام السـبعـة. والخطايا فى الإنجيل سبعة(*).

وبمتابعة الإيقـاع الحيوى لدى العمال لوحظ أن مسـتوى الكفاءة فى أول يوم بعد الراحـة يكون منخفـضاً (يوم الاثنين) ثم يرتفع تدريجـيًا خـلال الأيام الثلاثة التالية (الثلاثاء، والأربعاء، والخميس) ثم ينخفض خـلال اليومين التاليين (الجمعة والسبت)..، والجدير بالذكـر أن هذه الظاهرة مطابقة تقريبا لما يحـدث فى مجال التـدريب الرياضى، حيث لا تكـون أفضل القـياسـات فى أول يوم بعد الأجـازة الأسبوعية، ولكن هذه القياسات تتحـسن نتائجها تدريجيًا خلال الأيام التالية؛ ثم

(*) الشراهة، الجشع، الكسل، الغريزة، الكبرياء، الغيرة، الانتقام.

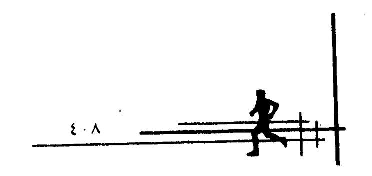




شكل رقم (٩٣)

الإيقاع الحيوى والظاهرة «٧»

عن: (دوسكين ن. أ، لافرن تيفان ن. أ، ١٩٩١م)



تنخفض بعـد ذلك نتيجة لتـراكم التعب على نهاية الأسـبوع. . ، وفى أوربا يطلق عادة على يوم الاثنين «اليوم الثقيل» باعتبـاره أول أيام الأسبوع، وبطبيعة الحال فإن أيام الأسبوع فى البيئـة العربية تختلف نظرا لأن يوم الراحة الأسبوعـية هو الجمعة ويبدأ الأسبوع عادة يوم السبت.

فى دراسة أجراها العـالم الروسى باكوفلوفتش اهتم بتسـجيل ظروف الحالة المزاجيـة للشخص على مـدار ١٨ سنة بصفة يـومية، وعند تحليله للأيـام المسجلة توصل إلى استنتاج أن الإيقاع الحيوى يتم خلال دورات تتكون من ٧ ـ ١٤ ـ ٢١ ـ ٢٨ ـ ٣٠ ـ ٤٢ ـ ٤٧ يوما. . نشر ذلك فى كـتاب لهذا العالم صـدر منذ خمسين سنة.

والجدير بالذكر أن كثيرا من الدول جعلت أسـبوع العمل خمسة أيام ويومين للراحة، مع زيادة طول يوم العمل الواحـد، ونتج عن ذلك زيادة الإنتاج عكس ما كان يتوقع البـعض، غير أن تجربة ذلك فى المجال الدراسى لم تأت بنتـائج إيجابية وخاصة من الناحية الصحية.

ثالثا ـ الإيقاع الحيوى الشهرى:

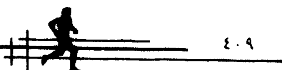
على عكس الدورة الأسبوعـية فإن الدورة الشهرية للإيقاعـات الحيوية ترتبط بالإيقاعات الطبيعية للحياة، حيث يدور القمر حول الأرض خلال شهر قمرى.

وتعتـبر الدورة الشهرية لـدى الإناث البالغات من أكثـر المظاهر البيولوجـية ارتباطا بالدورة الشهرية للإيقاعات الحيوية.

وتعتبر نظرية الدورات الحـيوية أكثر التصاقا بالإيقاع الحـيوى، حيث تفترض هذه النظرية أن الإنسان خلال حـياته يمر بثلاث دورات إيقاعيـه حيوية تتكرر على مدى الحياة منذ يوم الميلاد حيث:

- الدورة البدنية لمدة ٢٣ يوما. . ،
- والدورة الانفعالية أو النفسية لمدة ٢٨ يوما. .
- والدورة الذهنية لمدة ٣٣ يوما.

ويعتبر العالم السويسرى جورج تومسين الذى هاجر إلى أمريكا عام ١٩٢٢م أحد العلمـاء البارزين المؤيدين لهـذه النظرية، حيث ألقى مـحاضـرات حول هذا

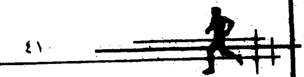


الموضوع ونشر كتابا وزع منه مليونان من النسخ. وانتشرت هذه النظرية وأصبح يلجأ إليها الفنانون ورجال الحكومة ورجال الفضاء لتحديد الأيام الجيدة والأيام السيئة سعيا لتنظيم حياتهم وفقا للإيقاع الحيوى.

غير أن هذه النظرية لم تؤكد نفسها علميا بالرغم من استخدام الكمبيوتر لحساب الدورات الإيقاعية الحيوية.

لم تستطع هذه النظرية الصمود لعدم وجود دلالات علمية تؤكدها، كما أن الإنسان لا يمكن أن يقارن بالساعة من الوجهة الميكانيكية. . ، حيث إن الإنسان يمثل وحدة واحدة لايجب فصل أجزائها البدنية والنفسية والذهنية والتعامل مع كل جانب من هذه الجوانب على حدة. فمن الصعب أن يؤدى الإنسان أداءً جيدا من الناحية البدنية إذا كان يعانى من خلل ما فى الجانب النفسى أو الجانب الذهنى، وبنفس الطريقة يصعب تنفيذ عمل ذهنى إذا ما كان الجانب البدنى أو الجانب النفسى فى حالة غير طيبة.

أجريت عدة دراسات علمية حول تحديد فكرة الأيام الطيبة والأيام السيئة، وجاءت النتائج تؤكد عدم وجود ارتباط بين حالة الفرد والدورات الثلاثة التى تحسب تبعا لتاريخ الميلاد، ففى دراسة على الطيارين أجريت على عينة قوامها ٤٠٠٨ طيارا أمريكيا ثبت عدم حدوث أى ارتباط بين نظرية الأيام السيئة والأيام الطيبة مع متاعب ورحلات الطيران، كما قام أحد علماء النفس الأستراليين منذ أكثر من عشر سنوات بدراسة على ٤٨٩٤ حالة وفاة ولم يستدل على ما يثبت انطباق هذه الحالات مع فكرة الأيام السيئة والأيام الطيبة.



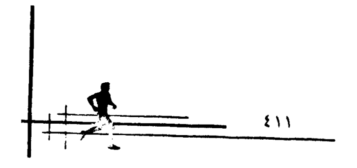
تختلف حالة الإنسان خلال السنة الواحدة ما بين الارتفاع والانخفاض فى شكل إيقاع حيوى ذى موجات كبيرة، فمثلا أظهرت نتائج بعض الدراسات أن بعض الأشخاص يصابون بالأمراض الخبيثة خلال فصل الربيع أكثر من باقى فصول السنة، وبناء على دراسات العالم الفرنسى الين رينبرج ظهر أن فصل الخريف يعتبر أفضل فصول السنة للإنسان حيث يصل الرجال إلى أقصى مستوى للنشاط الجنسى خلال هذا الفصل، وفى نفس الفصل (الخريف) يظهر لدى البنات الطمث.



شكل رقم (٩٤)

الإيقاع الحيوى

عن: (دوسكين ن. أ، لافرن تيفان ن. أ، ١٩٩١م)



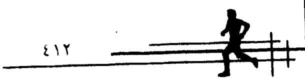
ويذكرنا الإيقاع الحيوى السنوى للإنسان بالإيقاع الحيوى السنوى للحيوانات، ولوحظ أن شعـر الذقن لا ينمو بمعـدل واحد خلال العـام حيث إن أقصى مـعدل لنموه يكون فى بداية الشتاء، كما أن معدل إنتاج الإنسان يتغير بتغير فصول السنة، فهناك مـن الناس من ينتج أكثـر فى فصل معـين من فصـول السنة وهو فى ذلك يختلف عن غيره، كما أن قابلية الإنسـان للغذاء تزداد فى فصول معينة عن غيرها حيث لا تكون الشهية للطعام بنفس المعدل طوال السنة.

ويتأثر الإيقاع الحيوى لدى الإنسان بتغير فصول السنة، حيث ترتفع الاستثارة العضلية لدى البـالغين والأطفال فى الربيع وبداية الصيف، بينـما تنخفض بشكل واضح فى الشتاء. كما أن قدرة العـين على التكيف مع الظلام تكون فى معدلاتها فى الربيع وبداية الصيف فى حين تنخفض هذه المعدلات فى الخريف والشتاء.

ومن المعروف أن مـعدل نمو الأطفـال خلال الصيـف يكون أسرع، وإن نمو العظام يزيد فى الربيع بينما يقل فى الخـريف. . ، فمثلا فى شهر مـايو ينمو معظم الأطفال بمعدل ٧,٤ مم فى المتـوسط، بينما فى شهر نوفمبر يكـون متوسط النمو ٣,٣ مم فقط.

كما أن معدل نمو الأطفال يكون أسرع فى الشـمال (المناطق الشمالية) ما بين يناير ويوليو. . ، وذلك بشكل يفـوق معدلاتهم فى النمـو ما بين يونيو ونوفمـبر. بينما فى المنـاطق الجنوبية يحدث العكس من ذلـك حيث ينمو الأطفـال بمعدلات أسرع فى نوفمـبر - مارس حيث يكون اليوم طويلا خلال هذه الفـترة ويؤثر ضوء الشـمس على الجـهاز الهـرمونـى مما يؤدى إلى زيادة إفراز هرمـونات النمـو لدى الأطفال. . ، كما يلاحظ أن أغذية الربيع والصيف تكون أكـثر ثراء عن غيرها فيما يتعلق بالفيتامينات.

يتأثر التمثيل الغذائى أيضا بتغيـر فصول السنة، حيث يزيد محتوى البروتين العام فى الدم خلال الشتاء ويقل فى الصـيف، ولقد لاحظ العلماء أن الأطفال من ٨ - ١٥ سنة يزداد لديهم نشط الجهاز الهرمونـى ليصل إلى أقصى نشاطه فى فصل الصيف، كما يختلف معدل امتصاص جسم الطفل للفسفور والكالسيوم على مدار



العام. . ، وهما من الأملاح المعدنية الأساسية لبناء العظام، حيث يحتفظ الجسم بهذه المواد من فبراير حتى مايو، وعادة ما يصبح مستواها في الجسم في شهر مايو أكثر من شهر أبريل بالرغم من أن الجسم يستقبل في شهر مايو أملاح الكالسيوم والفسفور بمعدل أقل من معدل استقباله لهما في شهر أبريل.

وفي شهر يونيه ويوليه يستمر امتصاص الجسم للكالسيوم والفسفور، وينخفض ذلك باستمرار من أغسطس حتى يناير، وهذه الظاهرة لا تلاحظ لدى الأطفال وحدهم.

وثبت أيضا أن معدل النبض يتغير على مدار العام، فهو يقل ويكون بطيئا في الربيع والخريف، بينما يزيد ويكون أسرع في الخريف والشتاء.

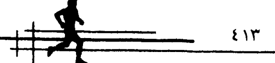
وفي الصيف تظهر الأمراض الصيفية المعروفة، كما أن فصل الشتاء يصاحبه أيضا ظهور أنواع أخرى من الأمراض، كما أن هناك من الأمراض ما ينتشر خلال شهور معينة من السنة، فمثلا تزداد حالات ارتفاع ضغط الدم خلال شهر مايو ويوليه وسبتمبر، بينما تظهر أمراض اختلال الدورة الدموية في المخ خلال شهور يناير وفبراير ومايو وأغسطس وسبتمبر، كما تظهر حالات روماتيزم القلب والاحتشاء القلبي في الخريف، بينما تظهر أمراض المعدة والأثنى عشر والأمعاء في الربيع والخريف.

كما تتغير الدورة السنوية للإيقاع الحيوى لدى تلاميذ المدارس تبعا للموسم الدراسي والموسم الصيفي.

قام العالم الأمريكي هالبرج بدراسة إيقاع الموت من أمراض الجهاز التنفسي في ٤٧ ولاية، فظهر أن أقصى معدل للوفيات يكون خلال الفترة ما بين شهر ديسمبر ونهاية شهر فبراير، وتوصل هالبرج لاستنتاج فحواه أن زيادة نسبة الوفيات من أمراض الجهاز التنفسي خلال شهور الشتاء ترجع إلى زيادة حساسية الإنسان لهذا النوع من الأمراض.

٥ ـ الإيقاع الحيوى لعدة سنوات:

هناك العديد من الظواهر البيولوجية في الحياة تظهر كل عدة سنوات، فمعدل النمو لدى الأولاد يزداد اعتبارا من سن عشر سنوات بشكل إيقاعي واضح

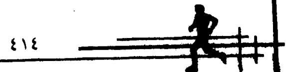


كل ثلاث سنوات وللبنات كل سنتين، كما أن الإيقاع الحيوى النفسى يظهر فى شكل موجات تتميز بزيادة الاتجاه إلى الحياة الروحانية فى أعمار ٦ ـ ٧، ١٢ ـ ١٣، ١٨ ـ ١٩، ٢٥ ـ ٢٦، ٣١ ـ ٣٢، ٣٧ ـ ٣٨، ٤٣ ـ ٤٤ وهكذا.

كما تبين أن ظهور الأمراض أيضا يأخذ شكلا إيقاعيا كل ثلاث سنوات، وأربع، وسبع، وعشرة، وثلاثة عشر سنة. وتظهر الإيقاعات الحيوية لعدة سنوات فى ظهور بعض الأوبئة كل عدة سنوات مثل الكوليرا والإنفلونزا وغيرهما.

وللمودة أيضا إيقاع، فهى تتغير كل ٣ ـ ٤ سنوات من حيث لون الملابس ونوع النسيج.

وفى المجال الرياضى اتضح أن أعلى نتائج للرياضيين الرجال تلاحظ على فترات كل ثلاث سنوات، ولدى الرياضيات الإناث كل سنتين.



نظريات الإيقاع الحيوى

أخذت النظرة العلمية إلى الإيقاع الحيوى منحنيين أساسيين أو اتجاهين أساسيين أو اتجاهين مختلفين، أولهما هو اتجاه نظرية «الاتجاه السائد» Popular Theory والتى ظهرت منذ القرن الثامن عشر، والثانية هى «النظرية العلمية» والتى ظهرت خلال فترة الخمسينات. ويرجع الفرق بين النظريتين إلى الأسلوب المستخدم فى تحديد الإيقاع الحيوى.

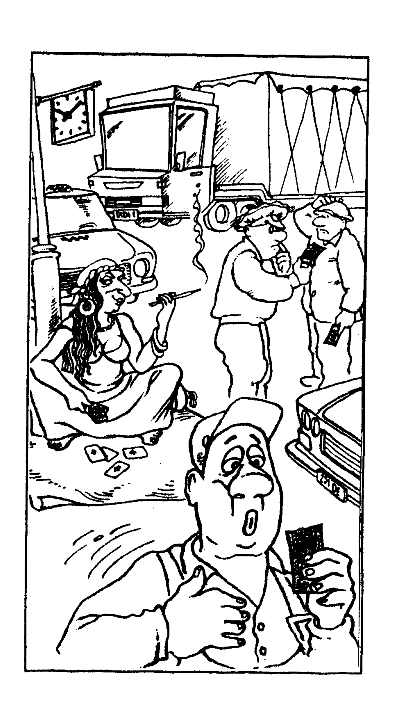
تعتمد النظرية السائدة فى تحديد الإيقاع الحيوى للإنسان على تاريخ الميلاد، بينما تعتمد النظرية العلمية على استخدام مجموعة حديثة لتحليل حلقات الوقت.[1]

وفيما يلى شرح مفصل للنظريتين:

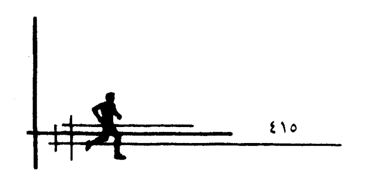
أولا ـ النظرية السائدة:

ظهرت النظرية السائدة للإيقاع الحيوى فى نهاية القرن الثامن عشر، حيث قدمها فليس وسوبودا Flies and Swoboda..، وتعتمد هذه النظرية على أن

(1) Modern times - series analysis techniques (TSA).

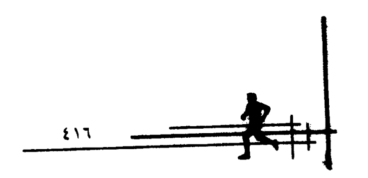


شكل رقم (٩٥)
الإيقاع الحيوى وفتح الكوتشينة (التنجيم)
عن: (دوسكين ن. أ، لافرن تيفان ن. أ، ١٩٩١م)





شكل رقم (٩٦)
الإيقاع الحيوى والتنجيم
عن: (دوسيكن ن. أ، لافرن تيفان ن. أ، ١٩٩١م)



الإنسان يمـر بثلاث دورات بدنية وانفـعالية وذهنيـة، وهذه الدورات تتكرر بشكل إيقاعي منتظم طوال حياة الفرد ابتداء من يوم ميلاده. هذه الدورات هي:

(١) الدورة البدنية Physical Cycle ومدتها ٢٣ يوما.

(٢) الدورة الانفعالية Emotional Cycle ومدتها ٢٨ يوما.

(٣) الدورة الذهنية Intellectul Cycle ومدتها ٣٣ يوما.

وقد ظهرت نظريات كثيرة حـول هذه الموضوعات تؤكد إمكانية التنبؤ بالأداء البشرى فى مخـتلف المجالات بناء على مدار الدورات الإيقاعية الحـيوية، غير أن الدراسات لم تكن تؤيد كثيرا هذه النظرية.

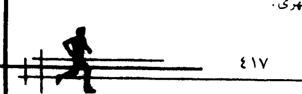
جـذبت هذه النظرية اهتمـام البـاحثـين فى المجال الرياضى، حـيث قامـوا بمحاولات لـلربط بين الدورات الحيـوية والإنجازات الرياضـية للرياضـيين..، إذ أجريت عدة دراسات فى هذا الصدد..، غير أن النتائج كانت سلبية، بل وأكدت النتائج على عدم وجود ارتباط بين النتائج الرياضية والدورات الحيوية الثلاثة سابقة الذكر(*).

ثانيا ـ النظرية العلمية:

تعتمد النظرية العلمية للإيقاع الحيوى على أن لكل إنسان (أو أى كائن حى) أنماطا معينة من الإيقاعات الحيوية غير المتساوية، وكل منها يتميز بسعة عادية وفترة معـينة وطول الدورة يختلف من ظاهرة إلى أخـرى. غيـر أن تحديد هذه الدورات الحيـوية لا يتم عن طريق الحـساب منذ تاريخ المـيلاد، ولكنه يعـتمـد على تحليل حلقات الوقت Time-Series Analysis (TSA) من خلال جمع بيانات لفترة زمنية معـينة لكل فرد. ومن خلال المتـابعة المستـمرة للأفراد يـمكن تحديد طول الدورة الإيقاعية الحيوية.

بناء على نتائج الدراسات الأولية فى هذا المجال اتضح أن الدورات الانفعالية يتـراوح طولها فى مـدى ما بين ٢ ـ ٧ أيام، وفى دراسـات أخرى تبـين أن طول الدورة الانفعالية سبعة أيام، وفى دراسات أخرى تبين أن الدورة الصحية أو البدنية يتراوح طولها ما بين ٢,٥ ـ ٥٧ يوما وهى مختلفة من فرد إلى آخر.

(*) راجع ما كتب عن هذه النظرية فى الإيقاع الحيوى الشهرى.



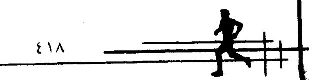
وبناء على نتائج الدراسات المقارنة بين النظرية العلمية والنظرية السائدة تبين أن طول الدورات الحيوية لا يكون موجودا لدى جميع الأفراد كما حددته النظرية السائدة، ولكنه يختلف من فرد إلى آخر، ولهذا السبب لا توجد أرقام ثابتة تنطبق على جميع الأفراد ولكن لكل فرد إيقاعه الحيوى الخاص به.

وهناك رأى آخر لا يربط الإيقاع الحيوى بنظام الدورات الحيوية التى تستمر لعدة أيام، باعتبار أن الإيقاع الحيوى ظاهرة عامة تظهر على عدة مستويات زمنية قسمها هالبرج Halberg إلى:

- الإيقاع العالى..، أقل من ٣٠ دقيقة.
- الإيقاع المتوسط..، من ٣٠ دقيقة إلى ٢٠ ساعة.
- الإيقاع المنخفض..، من ٢٨ ساعة إلى ٢,٥ يوما..، أو أكثر من ٢,٥ يوما.

ولقد اهتم الباحثون بتطبيقات نظريات الإيقاع الحيوى فى المجالات المختلفة، ففى مجال الصناعة أمكن التوصل إلى تحديد طبيعة الإيقاع الحيوى للعامل على مدار ساعات العمل، مما ترتب عليه إدخال بعض برامج التمرينات الرياضية فى الأوقات التى ينخفض فيها مستوى الأداء بغرض رفع معدلات الإنتاج فى هذه الفترات، كما تطرق الاستفادة من نظريات الإيقاع الحيوى فى دراسات النمو خلال مراحل الطفولة والمراهقة وعلاقته بالظروف المثالية للنمو..، وكذلك تطرق الأمر إلى دراسة الإيقاع الحيوى خلال اليوم الدراسى فى دور التعليم، وذلك كمحاولة لتحديد الظروف المثالية للبيئة المدرسية والأساليب الأمثل لتوزيع الحصص الدراسية لغرض الاحتفاظ بإيقاع ذهنى نشط للتلاميذ خلال اليوم الدراسى بما يحقق أفضل فعالية للبرامج المدرسية والاستفادة القصوى منها.

ويعتبر المجال الرياضى من أهم المجالات التى طبقت فيها نظريات الإيقاع الحيوى، وأصبح الآن على المدرب أن يعرف موعد إقامة المباراة أو البطولة ويقوم بتنظيم الحياة اليومية للرياضى بحيث يكون إيقاعه الحيوى فى أعلى مستوى له فى

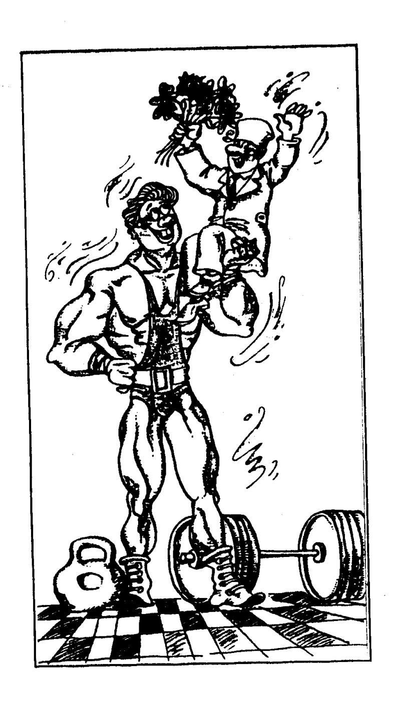


الوقت المحدد للمنافسة. وأصبح من المفيد جدا تغيير مواعيد التدريب اليومى لتصبح فى نفس توقيت المنافسة حتى يتعود إيقاع الجسم على هذه التوقيتات، كما اتضح أن تنظيم الإيقاع الحيوى اليومى للرياضى يساعده على النوم بانتظام وإخراج النشاط المطلوب فى الوقت المناسب، كما يساعد ذلك على أن يتعود الجهاز الهضمى على العمل فى أوقات معينة خلال مواعيد تناول الطعام..، هذ التنظيم وحده يحقق للرياضى أفضل الظروف لتطوير حالته التدريبية.

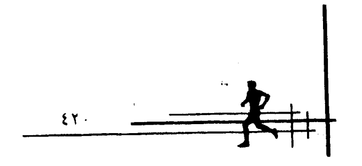
إيقاع الأرقام القياسية فى الرياضة

يتطلب الإبداع الرياضى جهدا بدنيا عظيما، فتحقيق الفوز وتسجيل الأرقام القياسية يتطلب من الفرد الرياضى بذل أقصى جهد لديه..، غير أنه من الملاحظ فى بعض الأحيان أن الإعداد الجيد الطويل والإرادة القوية وحدهما لا يحققان النتائج المرجوة، حيث قد يفقد الرياضى فجأة قدرته لأى حدث ما أو لأى سبب ما خاصة فى تلك الأنشطة الرياضية التى تتميز بارتفاع المنافسة فيها والتى تحسم من خلال $\frac{١}{١٠٠}$ من الثانية.

لقد تطورت الأرقام القياسية وأحمال التدريب الرياضى واقتربت من حدود الحد الأقصى للطاقة البشرية كما صورها بعض العلماء..، فمثلا لقد اقترب «بن جونسون» و «كارل لويس» من الحد الأقصى لقدرة الإنسان والذى حدده العالم الأمريكى G. Ereil فى سباق ١٠٠م عدو وهو ٩,٦ث..، وظاهرة وصول اللاعبين إلى أقرب حدود الحد الأقصى المتوقع للأرقام القياسية بناء على الإمكانات الفسيولوجية البشرية ليست قاصرة على ألعاب القوى فقط، الرباعون كانوا منذ أكثر من ٢٠ سنة يتدربون على أحجام تدريب سنوية تصل إلى ١٦٠٠ - ١٧٠٠ طن، وتطور هذا الرقم منذ أكثر من عشر سنوات إلى ٢٠٠٠ - ٢٥٠٠ طن سنويا، والآن يزيد الحجم التدريبى عن ٤٠٠٠ طن سنويا، حيث بلغت الجرعة التدريبية فى الوحدة التدريبية الواحدة من ٤٠ - ٦٠ طنا. وبناء على ذلك فقد كان الرباع يصل إلى البطولة قديما بعد ١٠ - ١٢ سنة من التدريب الشاق المتواصل عندما يصل عمره إلى ٣٠ سنة أو أكثر..، أما الآن فإن سنوات الإعداد تبلغ ست سنوات فقط بحيث يصل الرباع إلى قمة مستواه فى عمر ١٨ - ٢٢ سنة فقط.



شكل رقم (٩٧)
الإيقاع الحيوى والأرقام القياسية فى الرياضة
عن: (دوسكين ن. أ، لافرن تيفان ن. أ، ١٩٩١م)



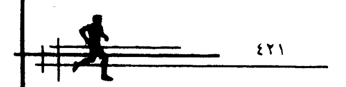
الرقم القياسى المتوقع هو نتاج لحشد جميع قدرات اللاعب وهو فى أحسن حالاته فى هذه القدرات، حيث يتطلب ذلك عمل جميع وظائف الجسم بكفاءة عالية، وهنا يجب الأخذ فى الاعتبار أن وظائف الجسم الفسيولوجية وخاصة فى هذه المعدلات العالية من الأداء تتغير تبعا للإيقاعات الحيوية، وبناء على ذلك فإن فهم طبيعة هذه الإيقاعات الحيوية يمكن أن يساهم بشكل فعال فى تحقيق الأرقام القياسية.

اهتم علماء الرياضة بظاهرة ارتباط الإيقاع الحيوى بتسجيل الأرقام القياسية، ومن خلال الدراسات العديدة التى أكدت نتائجها على أهمية دراسة الإيقاع الحيوى للأبطال تبين أن الإيقاع الحيوى يختلف أيضا داخل إطار المنافسة ذاتها، فمثلا تبين فى سباق ١٠٠م سباحة أن السباح يقطع الـ ٥٠ مترا الأولى أسرع من الـ ٥٠ مترا الثانية، كما أن لاعب التجديف فى المسافات الطويلة يقطع أول ٥٠٠ متر بسرعة عالية، ثم يقل توقيت الأداء بعد ذلك، ثم يعود ليزيد من سرعته عند نهاية السباق. كما أن نفس الظاهرة قد لوحظت فى الألعاب الجماعية أيضا، ففى المباريات النهائية يلاحظ أن اللاعبين يكونون فى أعلى معدل لأدائهم.

ولقد توصل العالم «كاولبرش» أن أقصى استثارة عصبية لدى الرياضيين وكذلك أقصى قدرة لهم على كتم التنفس لأطول فترة ممكنة تكون فى أحسن حالها ما بين ١١ ـ ١٢ صباحا، ٤ ـ ٦ مساءً. كما تبين أن سرعة السباحين فى السباقات التى تجرى مساء أعلى منها عند إقامة السباقات فى الفترة الصباحية.

وإذا ما لاحظنا حالة التدريب لأى فرد أو فريق فإنه من السهل اكتشاف أن أفضل فترات الأداء على مدار اليوم تكون من ١١ ـ ١٢ صباحا، ٥ ـ٧ مساءً..، وكثير من العلماء يفضلون أن يكون التدريب الأساسى دائما فى الفترة المسائية.

فى تجربة أجراها عالم بولندى على عينة من الطلاب فى مسابقتى ١٠٠ متر عدو ودفع الجلة أثبتت نتائج التحليل الإحصائى أن أعلى مستوى أمكن تحقيقه كان خلال الفترة المسائية من اليوم التدريبى..،لقد أصبح من المؤكد أن الإيقاع الحيوى له تأثير فعال عند مشاركة الرياضى فى المنافسات.

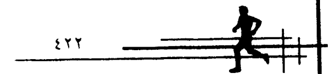


قام العالم الروسى ستانسلاف خاربوجى بتجربة على عينة من الطلاب قوامها ٣٠٠ طالب، تم تقسيم العينة إلى مجموعتين متساويتين كل منها ١٥٠ طالبا. المجموعة الأولى كانت تقوم بالتدريب فى الفترة الصباحية، والمجموعة الثانية كانت تقوم بالتدريب فى الفترة المسائية..، واستمر لمدة ثلاثة شهور..، بعد هذه الفترة من التدريب شارك الطلاب فى بطولة لمدة يومين..، فى اليوم الأول نظمت المنافسات بحيث تكون فى نفس توقيت التدريب لكل مجموعة من المجموعتين..، وفى اليوم الثانى لم يراع ذلك وتم تنفيد العكس للمجموعتين..، ولقد شمل برنامج المنافسات بعض مسابقات ألعاب القوى (جرى، وثب، رمى).

ثبت فى هذه الدراسة أن أفضل النتائج سجلت عندما اتفقت مواعيد المنافسات مع مواعيد التدريب.

ولقد أثبتت تجارب أخرى أن نقل المنافسات المسائية إلى الفترة الصباحية أو العكس لا يؤدى إلى تحقيق نتائج طيبة..، لذلك يجب على المدرب أن يجعل توقيت التدريب متفقا مع توقيت إجراء المنافسة، وذلك للاستفادة من مبدأ الإيقاع الحيوى وتأثيره على مستوى النتائج.

وتشير نتائج الدراسات المتقدمة فى مجال الإيقاع الحيوى فى المجال الرياضى إلى أن توقيت التدريب وعلاقته بتوقيت المنافسة لم يعد العامل الوحيد فى مجال الإيقاع الحيوى فى الرياضة، بل إن عمليات إنتاج الطاقة أيضا تمر بإيقاعات حيوية لها تأثيرها على مستوى أداء الرياضى. فمن المعروف أن الجسم ينتج الطاقة عن طريق المصادر الأساسية لها ومنها الجلوكوز أو الجليكوجين، وقد اتضح أن محتوى الجسم من الجلوكوز والدهون يتغير فى شكل إيقاع حيوى على مدار اليوم، حيث يلاحظ أن أقصى مقدار لمخزون الجليكوجين بالكبد يكون ليلاً، وعند منتصف الليل يحدث العكس حيث يزيد مخزون الدهون. لذلك فإن استهلاك الطاقة فى الصباح الباكر يكون فى إطار محتوى أقل من الجلوكوز وأكثر من الدهون.



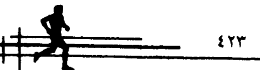
وبالنسبة للرياضيات الإناث فقد ثبت أن اللاعبات فى رياضة الجمباز يحققن نجاحا أكثر فى النصف الأول من الدورة الشهرية بخاصة فى المهارات الفنية التى تتطلب توترا عصبيا عاليا، بينما فى النصف الثانى من الدورة الشهرية تكون قدرتهن على المنافسة أسهل فى الأداء الذى يستمر لفترة أطول مع ارتفاع الشدة.

من خلال دراسات أجراها بعض الباحثين الروس ثبت أن استهلاك الأكسجين يقل صيفا(*)، وفى دراسة قام بها بعض الباحثين الروس أيضا تحت إشراف «سميرنوف» تناولت دراسة كفاءة الإنسان فى مختلف مواسم السنة على عينة قوامها ١٢٣ فردا بغرض دراسة النشاط الحركى بواسطة جهاز قياس الخطوة (شاجومير - عادى) بالإضافة إلى الاختبارات الوظيفية..، وبناء على نتائج هذه الدراسة اتضح أن الناس يتحركون أكثر فى الصيف، وبناء عليه تكون الكفاءة البدنية على مستوى عال فى الصيف أكثر من أى وقت من الموسم (لاحظ أن فصل الشتاء يتميز بالبرد الشديد مما يمنع الحركة الحرة خارج الأماكن المقفلة). وقد يكون هذا أحد أسباب تسجيل الرياضيين للأرقام القياسية خلال فترة الربيع إلى الصيف، وقد تصل النتائج فى بعض الأنشطة إلى مقدار من التحسن يزيد فى حدود ١٠ - ١٥٪ خلال هذه المفترة مقارنة بأى موسم آخر خلال السنة..، غير أنه يجب أن يكون معروفا أن هناك كثيرا من العوامل التى تؤثر على الإيقاع الموسمى مثل نظام التغذية ونظام التدريب..، كما أن الإيقاع الحيوى على مدار اليوم الواحد أكثر صدقا وثباتا من الإيقاع الحيوى الموسمى، ويجب ملاحظة أن زيادة شدة وحجم التدريب يمكن أن تؤدى إلى تغير الإيقاع الحيوى وذلك بظهور حالة الأرق أو عدم انتظار النوم، وهذا يعتبر من علامات حالة الإجهاد أو التدريب الزائد.

استخدام الكومبيوتر فى تحديد الإيقاع الحيوى

استخدمت حاليا بشكل واسع برامج الكومبيوتر لتحديد الإيقاع الحيوى للإنسان بناء على نظرية تحديد الدورات الحيوية المختلفة ابتداء من تاريخ ميلاد

(*) يتطلب الأمر إجراء دراسات للتأكد من صحة هذه المعلومة على بيئات مناخية متباينة.



الإنسان وإلى ما لانهـاية باعتبار أن هذه الدورات تتكرر خلال فـترة زمنية لا تزيد عن الشهر الواحد، وإن كان هناك تحفظات سبق مناقشتها حول هذه النظرية باعتبار أن الإيقاع الحيـوى ليس موحدا لجمـيع الأفراد الذين لهم تاريخ ميلاد مـوحد فإن لكل فرد إيقاعـه الحيوى الخاص الذى يجب دراسته أولا لتـحديد دوراته ثم تحديد النماذج المسـتقبلية لـهذا الإيقاع للشخص المعـين وليس مجرد إيقـاع عام، إلا أننا نستعرض هنا نموذجا لاستخدام برامج الكومبيوتر لهذا الغرض حيث تتبع الخطوات التالية.

أولا- إدخال البيانات:

يتم إدخال البيانات التالية إلى الكومبيوتر:

١ - الاسم.

٢ - تاريخ الميلاد.

٣ - تاريخ اليوم أو الفترة المطلوب تحدى الإيقاع الحيوى لها.

ثانيا - الناتج:

يقوم الكومبـيوتر كما فى المثال أو النـموذج المعروض بكتابة البيـانات العامة وتشمل:

١ - بيانات عامة:

- الشهر والسنة.
- الاسم
- تاريخ الميلاد.

٢ - الجدول الأسبوعى التحليلى:

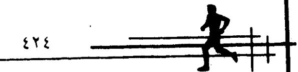
يشمل الجدول الأسبوعى بيـانا بأيام الأسبوع من الأحد إلى السبت يضم كل يوم رقما يمثل تاريخ اليوم من الشهر ثم رموز الدورات ودرجات كل منها حيث:

« P » تعنى الدورة البدنية.

« E » تعنى الدورة الانفعالية أو النفسية.

« I » تعنى الدورة العقلية أو الذهنية.

وأمام كل رمز من هذه الرموز توجد درجات تمثل حالة الفرد فى هذه الدورة بالحد الأقصى الذى يساوى (+٩) إلى الحد الأدنى (-٩) وأعلى مستوى هو (+٩) وتختلف المستويات تبعا لذلك.



BIO-CAL [tm] Version:9.91 printed by SN:BXR-BBS on: January 07, 1996 - Sunday

1996 >>>>> January <<<<< 1996

BIO - CAL

For: Prf.

Age: 49Yrs 11Mos 0Days Sun Sign: Aquarius Born: February 7, 1946 - Thursday Born in Year of the Dog

Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
	1 P:+6 E:-6 I:+9	2 P:+4 E:-4 I:+9	3 P:+1 E:-2 I:+8	4 P:-1 E: * I:+7	5 P:-4 E:+2 I:+6	6 P:-6 E:+4 I:+4
7 P:-7 E:+6 I:+3	8 P:-8 E:+7 I:+1	9 P:-9 E:+8 I:-1	10 P:-9 E:+9 I:-3	11 P:-8 E:+9 I:-4	12 P:-7 E:+9 I:-6	13 P:-5 E:+8 I:-7
14 P:-2 E:+7 I:-8	15 P: * E:+6 I:-9	16 P:+2 E:+4 I:-9	17 P:+5 E:+2 I:-9	18 P:+7 E: * I:-9	19 P:+8 E:-2 I:-8	20 P:+9 E:-4 I:-7
21 P:+9 E:-6 I:-6	22 P:+8 E:-7 I:-5	23 P:+7 E:-8 I:-3	24 P:+6 E:-9 I:-2	25 P:+4 E:-9 I: *	26 P:+1 E:-9 I:+2	27 P:-1 E:-8 I:+3
28 P:-4 E:-7 I:+5	29 P:-6 E:-6 I:+6	30 P:-7 E:-4 I:+7	31 P:-8 E:-2 I:+8			

P = Physical
E = Emotional
I = Intellectual

BIO-CHART

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

+9 +8 +7 +6 +5 +4 +3 +2 +1 0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9

LOW------------------------0------------------------HIGH
-9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 * +1 +2 +3 +4 +5 +6 +7 +8 +9

شكل رقم (٩٨)

استخراج الإيقاع الحيوى بالكمبيوتر (مثال ـ ١)

٣ ـ الشكل البيانى:

يمثل الشكل البيانى أيام الشهر من ١ حتى ٣١. يلى ذلك منحنيات الدورات البدنية والنفسية والذهنية ما بين الارتفاع والانخفاض على مدار أيام الشهر مع استخدام رموز هذه الدورات بالحروف اللاتينية المذكورة سابقا.

ويمثل المحور الأفقى الدرجات من الحد الأدنى (-٩) إلى الحد الأقصى (+٩) وكذلك يلاحظ نفس التدرج على المحور الرأسى ومن أعلى أيام الشهر من ١ ـ ٣١. انظر الشكال رقم (٩٩).

قياس الإيقاع الحيوى

اختبار تحديد نوعية الإيقاع الحيوى (المعدل)

أعد هذا الاختبار Ostbirg وقام بتعديله Stipanov وهو اختبار يستهدف تحديد نوعية الإيقاع الحيوى لدى الأفراد.

*** مقدمة:**

١ ـ قبل الإجابة على أى سؤال يجب قراءته جيدا، وبانتباه.

٢ ـ رجاء الإجابة على جميع الأسئلة.

٣ ـ يجب الإجابة على الأسئلة تبعا لترتيب ورودها فى الاختبار.

٤ ـ عند الإجابة على كل سؤال لا يجب التأثر بالإجابة عن الأسئلة الأخرى.

٥ ـ يوجد عدة إجابات مقترحة على كل سؤال، يجب اختيار إحدى الإجابات المقترحة فقط.

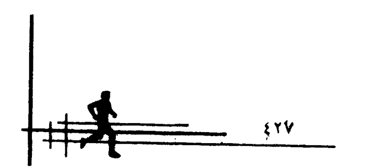
٦ ـ يجب أن تكون الإجابات بمنتهى الصدق.



شكل رقم (٩٩)

القياس الحيوى

عن: (دوسكين ن. أ، لافرن تيفان ن. أ، ١٩٩١م)



* الجزء الأساسي:

١ - متى تستيقظ من النوم إذا كان ليس لديك عمل (مثل أيام الأجازة)؟

الدرجة	شتاءً	صيفاً
٥	٥,٠٠ - ٦,٤٥	٤,٠٠ - ٥,٥٤
٤	٦,٤٦ - ٨,١٥	٥,٤٦ - ٧,١٥
٣	٨,١٦ - ١٠,٤٥	٧,١٦ - ٩,٤٥
٢	١٠,٤٦ - ١٢,٠٠	٩,٤٦ - ١١,٠٠
١	١٢,٠١ - ١٣,٠٠	١١,٠١ - ١٢,٠٠

٢ - متى تذهب إلى النوم في حالة إذا لم يكن لديك أي عمل يشغلك؟

الدرجة	شتاءً	صيفاً
٥	٨,٠٠ - ٨,٤٥ مساءً	٩,٠٠ - ٩,٤٥ مساءً
٤	٨,٤٦ - ٩,٣٠ مساءً	٩,٤٦ - ١٠,٣٠ مساءً
٣	٩,١٣ - ١٢,١٥ صباحاً	١٠,٣١ مساءً - ١,١٥ صباحاً
٢	١٢,١٦ - ١,٣٠ صباحاً	١,١٦ - ٢,٣٠ صباحاً
١	١,٣١ - ٣,٠٠ صباحاً	٢,٣١ - ٤,٠٠ صباحاً

٣ - ما مدى استخدامك للمنبه (ساعة الاستيقاظ) إذا كان يجب أن تستيقظ صباحا في موعد محدد؟

- لا أستخدم المنبه مطلقا ٤ درجات
- أستخدمه في بعض الأحيان ٣ درجات
- أحتاج إلى استخدامه بدرجة قوية ٢ درجة
- أحتاج إليه بشكل ضروري جدا ١ درجة (واحدة)

٤ - إذا كان لديك امتحان تستعد له. . ، فهل تستعد له ليلا خلال الفترة الزمنية من الساعة ١١ مساء حتى الساعة الثانية صباحاً؟

- لا أستطيع العمل في هذا الوقت مطلقا ٤ درجات
- يمكن العمل قليلا لتحقيق بعض الاستفادة ٣ درجات
- يمكن أن يكون العمل في هذا الوقت كافيا ٢ درجة
- العمل في هذا الوقت كاف بدرجة عالية ١ درجة

٥ ـ هل تستيقظ مبكرا بسهولة فى الظروف العادية؟

ـ صعب جدا ١ درجة

ـ صعب لحد ما ٢ درجة

ـ سهل لحد ما ٣ درجات

ـ سهل جدا ٤ درجات

٦ ـ هل تشعر بالاستيقاظ التام خلال أول نصف ساعة عقب استيقاظك من النوم؟

ـ أشعر بنعاس شديد جداً ١ درجة

ـ أشعر بنعاس غير شديد ٢ درجة

ـ أشعر بدرجة مرضية من الاستيقاظ ٣ درجات

ـ أشعر بدرجة كاملة من الاستيقاظ ٤ درجات

٧ ـ ما حالة شهيتك للطعام خلال النصف الأول من اليوم؟

ـ لا توجد شهية نهائيا ١ درجة.

ـ شهية منخفضة ٢ درجة.

ـ شهية جيدة إلى حد ما ٣ درجات.

ـ شهية رائعة ٤ درجات.

٨ ـ فى حالة استعدادك لأداء امتحان. . ، هل تستخدم الفترة الصباحية من الساعة ٤ ـ ٧ صباحا للعمل؟

ـ العمل خلال هذه الفترة غير مفيد إطلاقا ولا أستطيع أن أعمل فيها ١ درجة.

ـ يمكن الحصول على بعض الفائدة ٢ درجة.

ـ العمل يكون ذا فاعلية كافية ٣ درجات.

ـ العمل يكون ذا فاعلية كبيرة ٤ درجات.

٩ ـ عقب استيقاظك. . هل تشعر بتعب بدنى خلال النصف الأول من اليوم؟

ـ أشعر بتعب شديد جدا ١ درجة.

ـ أشعر بتعب غير شديد ٢ درجة.

ـ أشعر بنشاط غير كبير ٣ درجات.

ـ أشعر بنشاط كبير ٤ درجات.

١٠ ـ متى تنام إذا كان اليوم التالى أجازة من العمل؟

- ليس متأخرا عن الموعد المعتاد عليه ٤ درجات.
- متأخرا لمدة ساعة أو أقل ٣ درجات.
- متأخرا لمدة من ساعة إلى ساعتين ٢ درجة.

١١ ـ هل من السهل عليك النوم فى الظروف العادية؟

- صعب جدا ١ درجة.
- صعب بدرجة ما ٢ درجة.
- سهل لدرجة ما ٣ درجات.
- سهل جدا ٤ درجات.

١٢ ـ قررت تحسين حالتك الصحية بواسطة الرياضة، اقترح عليك صديق المشاركة معه والتدريب من ساعة إلى ساعتين فى الأسبوع، يعتبر الوقت المناسب لصديقك من الساعة ٧ ـ ٨ صباحاً. هل يعتبر هذا الموعد هو الأنسب بالنسبة لك؟

- فى هذا الوقت أكون فى أفضل حالاتى ٤ درجات
- أكون فى حالة جيدة إلى حد ما ٣ درجات
- يصعب على التدريب فى هذا الوقت ٢ درجة
- من الصعب جدا التدريب فى هذا الوقت ١ درجة

١٣ ـ متى تشعر بالتعب والرغبة فى النوم ليلا؟

الدرجة	الساعة
٥	٨ ـ ٩ مساءً
٤	٩,١٠ ـ ١٠,١٥ مساءً
٣	١٠,١٦ ـ ١٢,٤٥ صباحاً
٢	١٢,٤٦ ـ ٢,٠٠ صباحاً
١	٢,٠١ ـ ٣,٠٠ صباحاً

١٤ ـ عند العمل لمدة ساعتين فى عمل يتطلب تعـبئة كاملة لقواك العقلية. . أى فترة من الفترات الأربع التالية تختارها لإنجاز هذا العمل؟

- ٨,٠٠ ـ ١٠,٠٠ صباحاً ٦ درجات.
- ١١,٠٠ ـ ١,٠٠ ظهراً ٤ درجات.
- ٣,٠٠ ـ ٥,٠٠ مساءً ٢ درجة.
- ٧,٠٠ ـ ٩,٠٠ مساء ٠ درجة (صفر).

١٥ ـ ما مدى إحساسك بالتعب حتى الساعة الحادية عشرة مساء؟

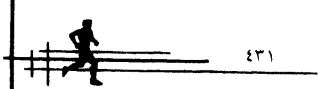
- أشعر بتعب شديد جداً ٥ درجات.
- أشعر ببعض التعب ٣ درجات.
- أشعر بتعب خفيف ٢ درجة.
- لا أشعر بتعب إطلاقا ٠ درجة (صفر).

١٦ ـ أى الأسباب التاليـة تدعوك إلى النوم متأخراً عن موعـدك المعتاد بعدة ساعات؟

- أستلقى للنـوم فـى الموعد المعتـاد غيـر أنـى أستمر فترة كبيرة بدون نوم ٤ درجات.
- أسلتقى للنوم فى الموعد المعتاد غير أنى أفكر ٣ درجات.
- أستلقى للنوم فى الموعد المعتاد ومرة أخرى أقلق ٢ درجة.
- أستلقى للنوم متأخرا عن العادة ١ درجة.

١٧ ـ إذا كان لديك وردية عـمل من الساعة الرابعـة إلى الساعة السـادسة، واليوم التالى لهذه الوردية إجازة، فأى من الخيارات التالية تفضل؟

- لا أنام إلا بعد الإنتهاء من الوردية ١ درجة.
- قبل الوردية استلقى مستريحا (أغفو) وبعد الوردية أنام ٢ درجة.
- قبـل الوردية أنام جيـدا وبعدها أسـتلقى مـستريـحـا (أغـفـو) مـرة أخرى ٣ درجات.
- أنام نوما كاملا قبل الوردية ٤ درجات.



١٨ - إذا كان يجب عليك خـلال ساعتين القـيام بعمل بدنى مجـهد. فأى الأوقات تختارها للقيام بهذا العمل إذا كنت لا ترتبط بأى شىء طوال اليوم؟

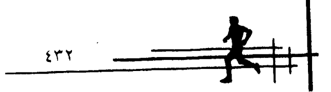
- ٨,٠٠ - ١٠,٠٠ صباحاً ٤ درجات.
- ١١,٠٠ - ١,٠٠ ظهراً ٣ درجات.
- ٣,٠٠ - ٥,٠٠ مساءً ٢ درجة.
- ٧,٠٠ - ٩,٠٠ مساءً ١ درجة.

١٩ - إذا قررت بجـدية ممارسة الريـاضة، واقتـرح عليك صديق الـتدريب مرتين أسبـوعيا لمدة ساعة، وأن أفضل وقت بالـنسبه له من الساعة العاشـرة مساءً حتى الحادية عشرة مساءً. . ، فما هو مدى شعورك نحو اختيار هذا الموعد:

- نعم سأكون فى أحسن حالاتى فى هذا الوقت ١ درجة.
- أتمنى أن أكون فى حالة جيدة فى هذا الوقت ٢ درجة.
- أكون فى حالة غير جيدة ٣ درجات.
- لا أستطيع التدريب مطلقا فى هذا الوقت ٤ درجات.

٢٠ - فى أى ساعـة كنت تستيقـظ فى فترة الطفولة خـلال العطلة الصيفـية حيث كنت تختار بنفسك ساعة الاستيقاظ؟

الساعة	الدرجة
٥,٠٠ - ٦,٤٥ صباحا	٥ درجات
٦,٤٦ - ٧,٤٥ صباحا	٤ درجات
٧,٤٦ - ٩,٤٥ صباحا	٣ درجات
٩,٤٦ - ١٠,٤٥ صباحا	٢ درجات
١٠,٤٦ - ١٢,٠٠ صباحا	١ درجات

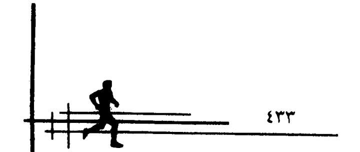


٢١ ـ تخيل أنك تستطيع تحديد مواعيد العمل بالنسبة لك، وعليك أن تحدد خمس ساعات عمل يومى بما فيها فترات الراحة البينية، اختار أفضل فترة زمنية تستطيع خلالها أن تؤدى عملك بكفاءة.

الساعة	الدرجة
١٢,٠١ ـ ٥,٠٠ صباحاً	١ درجة
٥,٠١ ـ ٨,٠٠ صباحاً	٥ درجات
٨,٠١ ـ ١٠,٠٠ صباحاً	٤ درجات
١٠,٠١ ـ ٤,٠٠ ظهراً	٣ درجات
٤,٠١ ـ ٩,٠٠ مساءً	٢ درجة
٩,٠١ ـ ١٢,٠٠ مساءً	١ درجة

٢٢ ـ فى أى وقت من اليوم تصل إلى قمة نشاطك فى العمل؟

الساعة	الدرجة
١٢,٠١ ـ ٤ صباحاً	١ درجة
٤,٠١ ـ ٨,٠٠ صباحاً	٥ درجات
٨,٠١ ـ ٩,٠٠ صباحاً	٤ درجات
٩,٠١ ـ ٢,٠٠ ظهراً	٣ درجات
٢,٠١ ـ ٥,٠٠ مساءً	٢ درجة
٥,٠١ ـ ١٢,٠٠ مساءً	١ درجة



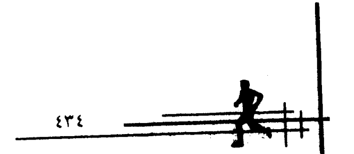
٢٣ ـ تسمع أحـيانا عن بعض أنواع من الأفراد يطلق علـيهم صباحـيين أو مسائيين. . . إلى أى نوع تنتسب أنت؟

- أنتسب إلى الصباحيين بشكل مطلق ٦ درجات.
- أميل إلى الصباحيين أكثر من المسائيين ٤ درجات.
- أميل إلى المسائيين أكثر من الصباحيين ٢ درجة.
- أنتسب إلى المسائيين بشكل مطلق ١ درج

*** الخلاصة**

يمكن تحديد نوعية نمط المختبر عن طريق مجموع الدرجات كما يلى:

الساعة	الدرجة
أكثر من ٩٢ درجة	يتميز بالنمط الصباحى المطلق
من ٧٧ ـ ٩١ درجة	يتميز بالنمط الصباحى بدرجة ضعيفة
من ٥٨ ـ ٧٦ درجة	نمط غير منتظم
من ٤٢ ـ ٥٧ درجة	يميل إلى المسائى
أقل من ٤١ درجة	يتميز بالنمط المسائى المطلق





مراجع الكتاب

أولاً ـ المراجع العربية:

- أبو العلا أحمد عبد الفتاح (١٩٩٤م): ٤ × ١٢ = ٤٨ساعة لتعليم السباحة، دار الفكر العربى، القاهرة.
- أبو العلا أحمد عبد الفتاح (١٩٩٤م): تدريب السباحة للمستويات العليا، دار الفكر العربى، القاهرة.
- أبو العلا أحمد عبد الفتاح (١٩٨٥م): تأثير تدريبات العمل العضلى الثابت والمتحرك على بعض الاستجابات الوظيفية للقلب، مجلة «دراسات وبحوث»، جامعة حلوان، العدد الأول، المجلد الثامن، فبراير، ص ١٣٥ ـ ١٤٧.
- أبو العلا أحمد عبد الفتاح (١٩٨٢م): بيولوجيا الرياضة، دار الفكر العربى، القاهرة.
- أبو العلا أحمد عبد الفتاح، إبراهيم شعلان (١٩٩٤م): فسيولوجيا التدريب فى كرة القدم، دار الفكر العربى، القاهرة.
- أبو العلا أحمد عبد الفتاح، أحمد عمر الروبى (١٩٨٥م): انتقاء الموهوبين فى المجال الرياضى، عالم الكتب، القاهرة.
- أبو العلا أحمد عبد الفتاح، أحمد نصر الدين سيد (١٩٩٣م): الرياضة وإنقاص الوزن، دار الفكر العربى، القاهرة.
- أبو العلا أحمد عبد الفتاح، أحمد نصر الدين سيد (١٩٩٣م): فسيولوجيا اللياقة البدنية، دار الفكر العربى، القاهرة.
- بوريسوفاى أ. (١٩٦٧م): دراسة مقارنة لحجم القلب لدى لاعبى الانزلاق على الجليد ولاعبى رفع الأثقال، مؤتمر العلماء الشبان، معهد الثقافة البدنية، موسكو، ص ٩٣ ـ ٩٥ (مرجع روسى).
- بوريسوفاى أ. (١٩٦٦م): حجم القلب والحالة الوظيفية لعضلة القلب لدى الرياضيين، رسالة دكتوراه غير منشورة، معهد الثقافة البدنية، موسكو (مرجع روسى).

- حسين حسن مصطفى أبو الرز (١٩٨٩م): تأثير برنامج مقترح للتمرينات البدنية على بعض القدرات الحركية والانحرافات القوامية للمعوقين بدنيا، بحث دكتوراه غير منشور، كلية التربية الرياضية للبنين، جامعة حلوان، القاهرة.

- دوسكين ن. أ، لافرن تيفان.أ (١٩٩١م): إيقاع الحياة، مديتسينا، موسكو (مرجع روسى).

- دوسكين ن.أ.، كونديجى (١٩٨٩م): الإيقاعات الحيوية لأجهزة الجسم خلال مراحل النمو، مديتسينا، موسكو (مرجع روسى).

- سوسن عبد المنعم وآخرون (١٩٧٧م): البيوميكانيكا فى المجال الرياضى، الجزء الأول «البيوديناميك»، مطابع جريدة السفير، الإسكندرية.

- عزه فؤاد محمد الشورى (١٩٨٩م): تأثير الكربوهيدرات على نشاط العضلة الكهربائى أثناء أداء العمل العضلى الهوائى واللاهوائى، بحث دكتوراه غير منشور، كلية التربية الرياضية بالهرم، جامعة حلوان، القاهرة.

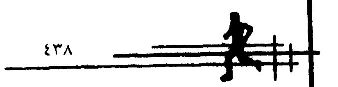
- عصام الحمصى (د.ت): الموسوعة الطبية الموجزة، دار الرشيد، مؤسسة الإيمان، دمشق، بيروت.

- كمال درويش، محمد صبحى حسانين (١٩٨٤م): التدريب الدائرى، دار الفكر العربى، القاهرة.

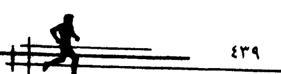
- كمال عبد الحميد، محمد صبحى حسانين، (١٩٨٥م): اللياقة البدنية ومكوناتها، الأسس النظرية، الإعداد البدنى، طرق القياس، ط٢، دار الفكر العربى، القاهرة.

- كمال عبد الحميد، محمد صبحى حسانين (١٩٨٠م): القياس فى كرة اليد، دار الفكر العربى، القاهرة.

- محمد حسن علاوى، أبو العلا أحمد عبد الفتاح (١٩٨٥م): فسيولوجيا التدريب الرياضى، دار الفكر العربى، القاهرة.



- محمد صبحي حسانين (١٩٩٦م): أنماط أجسام أبطال الرياضة من الجنسين، دار الفكر العربى، القاهرة.
- محمد صبحي حسانين (١٩٩٦م): القياس والتقويم فى التربية البدنية والرياضة، ط٣، الجزء الثانى، دار الفكر العربى، القاهرة.
- محمد صبحي حسانين (١٩٩٥م): القياس والتقويم فى التربية البدنية والرياضية، ط٣، الجزء الأول، دار الفكر العربى، القاهرة.
- محمد صبحي حسانين (١٩٩٥م): التحليل العاملى للقدرات البدنية، ط٢، دار الفكر العربى، القاهرة.
- محمد صبحي حسانين (١٩٩٣م): المحددات الفيزيقية لإستراتيجية صناعة البطل الرياضى، مجلة «علوم الطب الرياضى»، العدد الأول، الاتحاد العربى للطب الرياضى، يناير، المنامة، ص ٦٢ ـ ٦٨.
- محمد صبحي حسانين (١٩٩٢م): المحددات الفيزيقية والسلوكية فى نظرية أنماط الأجسام لشيلدون، الكتاب العلمى «علوم التربية البدنية والرياضة»، العدد الثالث، معهد البحرين الرياضى، المنامة، ص ٦٠ ـ ٦٥.
- محمد صبحي حسانين (١٩٩١م) أنماط الأجسام: بين الفلسفات الشعبية والتاريخ والنظرية العلمية، الكتاب العلمى «علوم التربية البدنية والرياضة»، العدد الثانى، معهد البحرين الرياضى، المنامة، ص ٧٨ - ٨٣.
- محمد صبحي حسانين (١٩٩٠م): الرياضة للجميع، الكتاب العلمى «علوم التربية البدنية والرياضة»، العدد الأول، معهد البحرين الرياضى، المنامة، ص ١٠٨ ـ ١١١.
- محمد صبحي حسانين (١٩٨٧م): طرق بناء وتقنين الاختبارات والمقاييس فى التربية البدنية، ط٢، دار الفكر العربى، القاهرة.



- محمد صبحى حسانين (١٩٨٥م): تحديد عامل الأدلة التركيبية والعلاقات النسبية الأنثروبومترية للمتخلفين عقليا من الجنسين بمرحلة ما قبل المراهقة، مجلة «دراسات وبحوث»، جامعة حلوان، المجلد الثامن، العدد الخامس، أكتوبر، القاهرة، ص ١٢٣ ـ ١٤٦.
- محمد صبحى حسانين (١٩٨٥م): نموذج الكفاية البدنية، دار الفكر العربى، القاهرة.
- محمد صبحى حسانين (١٩٨٤م): تحديد عامل الأدلة التركيبية والعلاقات النسبية الأنثروبومترية للمتخلفين عقليا من الجنسين بمرحلة ما بعد المراهقة - دراسة عاملية مقارنة، مؤتمر «الرياضة للجميع»، ١٥ ـ ١٧ مارس، كلية التربية الرياضية للبنين، المجلد الأول، القاهرة، ص ٣٧١ ـ ٣٨٩.
- محمد صبحى حسانين، حمدى عبد المنعم (١٩٨٨م): الأسس العلمية للكرة الطائرة وطرق القياس: بدنى، مهارى، معرفى، تحليلى، الجهاز المركزى للكتب الجامعية والمدرسية والوسائل التعليمية، القاهرة.
- محمد صبحى حسانين، حمدى عبد المنعم (١٩٨٦م): تحليل المباراة فى الكرة الطائرة، دار الفكر العربى، القاهرة.
- محمد صبحى حسانين، محمد عبد السلام راغب (١٩٩٥م): القوام السليم للجميع، دار الفكر العربى، القاهرة.
- محمد محمود عبد الدايم، محمد صبحى حسانين (١٩٨٤م): القياس فى كرة السلة، دار الفكر العربى، القاهرة.
- مصطفى كاظم مختار (١٩٨٠م): استخدام اختيارات الاتزان الحرارية والإحساس الاهتزازى فى دراسة الاتزان الحركى والثابت، دراسة دكتوراة غير منشورة، كلية التربية الرياضية للبنين، جامعة حلوان، القاهرة.
- مصطفى كاظم مختار وآخرون (١٩٨١م): رياضة السباحة، دار الفكر العربى، القاهرة.
- ممدوح الأشطوخى (١٩٩٢م): علم التشريح لطلبة كلية الطب ـ الطرف العلوى والسفلى، الجزء الأول، المركز العلمى للترجمة والنشر، القاهرة.
- نادية غريب حمودة (١٩٨٧م): تأثير برنامج مقترح لتنمية التوازن الثابت على النشاط الكهربائى لبعض عضلات الطرف السفلى، بحث دكتوراه غير منشور، كلية التربية الرياضية للبنين، جامعة حلوان، القاهرة.



ثانياً - المراجع الأجنبية:

- Arnheim. D.D., and Others, (1973): Principles and Methods of Adapted Physical Education, 2nd. ed., The C.V. Mosby Co., Saint Louis.
- Arnot. R.B & Gaines. C.L., (1984): Sportselection, Viking Press, New York.
- Astrand. P., & Rhyming. I., (1954): A Nomogram for Calculation of Aerobic Capacity (Physical Fitness) from Pulse Rate During Submaximal Work. J. Appl. Physiol., 7:218 - 221.
- Barrow. H.M., & McGee. R. (1979): A Practical Approach to Measurement in Physical Education, 3rd. ed., Lea and Febiger, Philadelphia.
- Baumgartner. A., & Jackson. A.S., (1975): Measurement for Evaluation in Physical Education, Houghton Miffin Co., Boston.
- Brozek. J.F., and Others, (1963): Densitomtric Analysis of Body Composition, Revision of Some Quantitive Assutnptions, Ann. N.Y. Acad. Sci., 101 - 113 - 140.
- Camaione. D.N., (1969): A Comparison Among Three Tests for Measuring Maximal Oxygen Consumption, Doctoral Dissertation, the Ohio State Uni., Columbus.
- Carter. J.E.L., (1980): The Heath - Carter Somatotype Method, 3rd. ed., San Diego State University Syllabus Service, San Diego.
- Carter. J.E.L., & Heath, B.H., (1990): Somatotype - Development and Application, Cambridge Uni. Press, New York, Port Chester, Melbourne, Sydney.
- Clarke. HH., (1974): Application of Measurements to Health and Physical Education, 4th. ed., Prentice-Hall, INC., Englewood Cliffs. New York.
- Cunningham. D.A., & Foulkner. J.A., (1969): The Effect of Training on Aerobic and Anaerobic Metabolism During A Short Exhaustive Run, Medicine and Science in Sport, 1, 65 - 59.
- De Garay. A.L., and Others, (eds), (1974): Genetic and Anthropological Studies of Olympic Athletes, Academic Press, New York.



- Dimbo. A.G., (1976): Practical Lessons in Medical Controll, Fezkoltora E. Sport, Moscow.(مرجع روسي)

- Dirix. A., and Others, (edt.), (1988): The Olympic Book of Sports Medicine, Vo.1 (of the encyclopaedia of sports medicine an international olympic committee publication), Blackwell Scientific Publications, Oxford, London Edinburgh, Boston, Polo Alto, Melbourne.

- DuBois. E.F., (1936): Basal Metabolism in Health and Disease, 3rd. ed., Lea & Febiger, Philadelphia.

- Fox. E., (1975): Differences in Metabolic Alteration with Sprint Versus Endurance Interval Training, In Howald H., and J. Poortmans (eds.), Metabolic Adaptiation to Prolonged Physical Exercise, Birkhäuser Verlag, Basel, Switzerland, pp. 119 - 126.

-Fox. E., (1975): A Simple, Accurate Technique for Predicting Maximal Aerobic Power, J. Appl. Phsiol., 35 (6): 914 - 916.

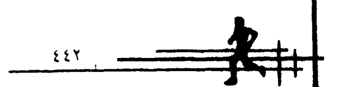
- Fox. E., and Others, (1993): The Phsiological Basis for Exercise and Sport, 5th. ed., WCB, Brown and Benchmark, Medison, Wisconsin, Dubuque, Iiow.

- Hamilton. R.A., (1974): Posture Improvement - Adapted Exercise Routines, Auburn, U.S.A. Cat, No. PX - 10, New York.

- Harris. A., (1978): Human Measurement, Heinemann Educational Books (HEB), London.

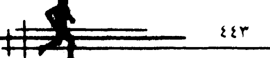
- Hassanein. M.S., and Others (1992): Physical and Physiological Profile of Bahrain Handball National Team, Sport Medicine, and Health - The Asian Perspective, Proceeding of The FIMS - 1992 - Hong kong, Center of Sports Medicine and Sports Science, The Chinese Uni. of Hong Kong.

- Hassanein. M.S., and Others (1991): Sport Motivation for Champion Handicapped in the Gulf Co-operation Council, World Congress, Collaboration Between Researchers and Practitioners in Physical Education, An International Dialogue, Atlanta (Georgia) January 4 - 7, 1991, p. 90 (Abstracts).

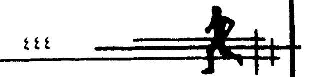


Hassanein. M.S.. and Others (1990): Body Structure Evaluation and Its Relation to Records in the Second Gulf Co-operation Council Handicapped Championship. 1990 Beijing Asian Games Scientific Congress, Proceeding. Beijing (China). September 16 - 20. 1990. pp. 766 - 767.

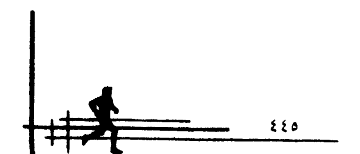
- Heath. B.H., & Carter. J.E.L. (1967): A Modified Somatotype Method, American Journal of Physical Anthropology, 27,57 - 74.
- Hebbelinck. M., & Borms. J., (1978): Körperliches Wachstum und Leistungsfahigkeit bei Schulkindern, Johann Ambrosius Barth, Leipzig.
- Henderson, J., (1974): Planing High- Calorie Workouts, Runner's World, 9, pp. 24 - 25.
- Hermansen. L., & Saltin. B., (1969): Oxygen Uptake During Maximal Treadmill and Bicycle Exercise, J. Appl. Physiol., 26 (1): 31 - 37.
- Heyward. V. H., (1984): Designs for Fitnees - A Guide to Physical Fitness Appraisal and Exercise Prescription, Burgess Publishing Co., Minneapolis, Minnesota.
- Jensen. C. R., & Hirst. C. C., (1980): Measurement in Physical Education and Athletics, Macmillan Publishing Co., and Collier Macmillan Publishers, New York, London.
- Jonath. U., & Krempel. R.,. (1981): Konditionstraining- Training- Technik, Taktik, Rowohlt Taschenbuch Verlag Cmbth, Hamburg.
- Kalamen. J., (1968): Measurement of Maximum Muscular Power in Man, Doctoral Dissertation, The Ohio State University, Columbus, Ohio.
- Karpman. V. L., (1980): Sport Medicine, Fezkoltore E. Sport. Moscow. (مرجع روسي).
- Karpman. V. L., and Others., (1978): Heart and Physical Working Capacity of Sportsmen, Fezkoltora E. Sport. Moscow. (مرجع روسي)
- Katch. F. I., & McArdle. W. D., (1983): Natrition, Weight Control, and Exercise, 2nd. ed., LEA and Febiger, Philadelphia.
- Katch. V., & Weltman. A., (1979): Interrelation Between Anaerobic Power Output, Anaerobic Capacity and Aerobic Power, Ergonomics, 22, 325 - 332.



- Kirk. R. H., and Others, (1973): Personal Health in Ecologic Perspective, The C. V. Mosby Co., Saint Louis.
- Kirkendall. D. R. and Others, (1982): Measurement and Evaluation for Physical Education, 2nd. ed., Human Kinetics Publishers, Inc., Champaign, Illinois.
- Larson. L. A., & Michelman. H., (1973): International Guide to Fitness and Health, Grown Publishers, Inc. New York.
- Malina. R. M., & Bouchard. C., (1991): Growth, Maturation, and Physical Activity, Human Kinetics Books, Champaign, Illinois.
- Margaria. R., and Others., (1966): Measurement of Muscular Power (anaerobic) in Man, J. Appl. Physiol. 21, 1662 - 1664.
- McArdle. W. D., and Others (1994): Essentials Exercise Physiology. 5th. ed., Lea & Febiger, Philadelphia.
- MacDougall. J., and Others, (1991): Physiological Testing of the High Performance Athlete, 2nd. ed., Human Kinetics Books, Champaign, Illinois.
- Mitchell. J., and Others, (1957): The Phsiological Meaning of the Maximal Oxygen in Take Test, J. Chin. Invest, 37: 538 - 547.
- Piscopo. J., & Baley. J. A., (1981): Kinesiology, The Science of Movement, John Wiley & Sons, Chichester, Brisbane, Toronto, New York.
- Prineas. R. J., and Others. (1982): The Minnesota Code Manual of Electrocardiographic Findings, Jhon Wright, PSG Inc., Boston, Bristd, London.
- Russell. G. K., (1978): Laboratry Investigations in Human Physiology, Macmillan Pablishing Co., Inc., New York.
-Saltin. B., & Strand. P., (1967): Maximal Oxygen Uptake in Athlets, J. Appl. Physiol. 23: 353 - 358.
- Sheldon. W. H., (with the collaboration of C. W. Dupertuic and E. McDermott) (1954): Atlas of Men, Harper and Brothers, New York.
- Sloan. A. W., & Weir. J. B., (1970): Nomograms for Prediction of Body Density and Total Body Fat from Skinfold Measurements, J. Appl. physiol, Vol. 28, No. 2. February. pp. 221 - 222.



- Starr. L., (1954): Studies on the Relation Between Pluse Pressure and Cardiac Stroke Volum Leading to Clinical Method of Estmating Cardiac Output from Blood Pressure and Age. Circulation, V. G., p 648.
- Stepnicka. J., (1986): Somatotype in Relation to Physical Performance, Sports and Body Posture, in Kinanthropometry, 111, ed., T. Reilly, J. Watkins & J. Borms. London, Spon, pp. 39 - 52.
- Stepnicka. J., (1974): Typology of Sportsmen, Acta Universitatis Carolinae. Gymnica, 1, 67 - 90.
- Tanner. J. M., (1964): The Phsique of the Olympic Athlete, George Allen and Unwin, ltd., London.
- Webster Comprehensive Dictionary (1993).
- Wells. K. F., (1963): Posture Exercise Handbook, A Progressive Sequence Approach, The Ronald Press Co., New York.
- Wells. K. F., & Luttgnes. K., (1976): Kinesiology, 6th. ed., W. B. Saunders Co., Philadelphia, London, Toronto.
- Wilmore. J. H., (1976): Athletic Training and Physical Fitness, Physiological Principles and Practices of the Conditioning Process, Allyn and Bacon, Inc., Boston, London, Sydney.
- Wilmore, J. H., & Costill. D. L., (1994): Physiology of Sport and Exercise, Human Kinetics, Champaign, Illinois.
- Zavyalov. A. I., (1978): Guidelines Table for Estimation of Stroke Volume, "Physical Culture", No. 8. pp. 62 - 65.



قائمة جداول الكتاب

- جدول رقم (١) حجم القلب لدى الرياضيين فى أنشطة رياضية متعددة ٢٦
- جدول رقم (٢) مقارنة حجم القلب بمستوى الكفاءة البدنية ٣١
- جدول رقم (٣) جدول زافيالوف لتحديد حجم الضربة ٥٥
- جدول رقم (٤) تعديلات حجم الدم الانقباضى تبعا للعمر ٥٦
- جدول رقم (٥) تحويل زمن نبضة إلى معدل القلب فى الدقيقة ٦٢، ٦٣
- جدول رقم (٦) حالات ارتفاع وانخفاض ضغط الدم لدى الرياضيين تبعا لاختلاف الأنشطة الرياضية ٧١
- جدول رقم (٧) مستويات ضغط الدم للرجال والسيدات (غير الرياضيين) ٧٢
- جدول رقم (٨) حساب النسبة المئوية لزيادة سرعة النبض خلال الدقيقة الأولى من فترة الاستشفاء بعد أداء الحمل البدنى ٨١
- جدول رقم (٩) النسبة المئوية لزيادة معدل النبض بعد أداء بعض النماذج الحركية ٨٢
- جدول رقم (١٠) مثال توضيحى للاستجابة العادية ٨٥
- جدول رقم (١١) مثال (١) للاستجابة المنخفضة ٨٦
- جدول رقم (١٢) مثال (٢) للاستجابة المنخفضة ٨٦
- جدول رقم (١٣) مثال للاستجابة المرتفعة ٨٧
- جدول رقم (١٤) مثال للاستجابة غير المتدرجة المقبولة ٨٨
- جدول رقم (١٥) مثال للاستجابة غير المتدرجة غير المقبولة ٨٨
- جدول رقم (١٦) مثال للاستجابة المتدرجة ٨٩
- جدول رقم (١٧) حساب النسبة المئوية لزيادة ضغط النبض فى فترة الاستشفاء بعد الحمل البدنى ٨٩
- جدول رقم (١٨) معايير تقويم معدل النبض وضغط الدم بعد الاختبارات الوظيفية البدنية ٩٢، ٩٣
- جدول رقم (١٩) مستويات اختبار فوستر ٩٥

- جدول رقم (٢٠) معايير اختبار هارفرد (المعادلة الطويلة) ٩٦
- جدول رقم (٢١) معايير اختبار هارفرد (المعادلة القصيرة) ٩٧
- جدول رقم (٢٢) الإنتاج (اختبار التعب لكارلسون) ١٠٠
- جدول رقم (٢٣) سرعة النبض (اختبار التعب لكارلسون) ١٠٠
- جدول رقم (٢٤) تقدير مستوى لياقة الجهاز الدورى التنفسى (اختبار التعب لكارلسون) ١٠١
- جدول رقم (٢٥) معدل النبض فى وضع الرقود والزيادة فى معدل النبض فى وضع الوقوف (اختبار شنيدر) ١٠٤
- جدول رقم (٢٦) معدل النبض فى وضع الوقوف ومعدل الزيادة فى النبض بعد أداء التمرين مباشرة (اختبار شنيدر) ١٠٥
- جدول رقم (٢٧) سرعة عودة النبض ونسبة ضغط الدم الانقباضى (اختبار شنيدر) ١٠٥
- جدول رقم (٢٨) مستويات الكفاءة البدنية لاختبار بالك ١٠٨
- جدول رقم (٢٩) السعة الحيوية فى بعض الأنشطة الرياضية ١٢٣
- جدول رقم (٣٠) مساحة مسطح الجسم بالمتر المربع ١٢٨
- جدول رقم (٣١) عوامل تحويل أحجام الغازات من ATPS إلى BTPS ١٤٣
- جدول رقم (٣٢) عوامل تحويل أحجام الغازات من BTPS إلى STPD ١٤٤
- جدول رقم (٣٣) تحديد التمثيل الغذائى القاعدى للإنسان - هاريس ١٤٧
- جدول رقم (٣٤) عامل العمر والطول للرجال والسيدات والأطفال والشباب ١٤٩
- جدول رقم (٣٥) الرموز الشائعة فى فسيولوجيا الجهاز التنفسى ١٥٤
- جدول رقم (٣٦) معايير اختبار مارجاريا - كالامن لقياس القدرة اللاهوائية القصيرة (للجنسين) ٢١٩
- جدول رقم (٣٧) العلاقة بين التعادل الكالورى والأكسجينى المقابل لمختلف مقادير المعامل التنفسى ٢٣٧
- جدول رقم (٣٨) وحدات قياس الطاقة والشغل ٢٤١

- جدول رقم (٣٩) العلاقة بين وحدات قياس القدرة المختلفة ٢٤٢
- جدول رقم (٤٠) تحديد حمل الشغل لاختبار سالتين - ستراند لقياس القدرة الهوائية القصوى ٢٦٣
- جدول رقم (٤١) عامل تصحيح السن لتقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين ٢٦٨
- جدول رقم (٤٢) تصنيف لياقة الجهاز الدورى التنفسى للجنسين ٢٧٢
- جدول رقم (٤٣) ناتج الحد الأقصى للاستهلاك الأكسجينى للنساء من معدل النبض وحمل الشغل على الدراجة الأرجومترية ٢٧٣
- جدول رقم (٤٤) ناتج الحد الأقصى للاستهلاك الأكسجينى للرجال من معدل النبض وحمل الشغل على الدراجة الأرجومترية ٢٧٤
- جدول رقم (٤٥) الدرجة المئوية والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين تبعا لمعدل النبض خلال الاستشفاء من اختبار الخطو للذكور والإناث ٢٧٦
- جدول رقم (٤٦) تحديد شدة الحمل الأول لاختبار الكفاءة البدنية تبعا لوزن الجسم ٢٨٢
- جدول رقم (٤٧) تحديد شدة الحمل الثانى لاختبار الكفاءة البدنية تبعا لمعدل القلب بعد الحمل الأول ٢٨٢
- جدول رقم (٤٨) النسب المئوية لسمك الدهن لدى بعض الرياضيين فى بعض الألعاب ٣٣٠
- جدول رقم (٤٩) مستويات نسبة الدهون فى بعض المناطق للرياضيين ٣٣٢
- جدول رقم (٥٠) النسبة المئوية لدهن الجسم للرجال ٣٥٦
- جدول رقم (٥١) النسبة المئوية لدهن الجسم للنساء ٣٥٧
- جدول رقم (٥٢) معادلات الانحدار لحساب كثافة الجسم ٣٥٩
- جدول رقم (٥٣) المتوسطات والانحرافات المعيارية لدراسات تكوين الجسم ٣٦٠
- جدول رقم (٥٤) السعرات المبذولة فى الجرى ومشى الهرولة بمختلف السرعات على أساس وزن الجسم ٣٦٨
- جدول رقم (٥٥) مدى دهن الجسم النسبى فى رياضات مختلفة ٣٨٢

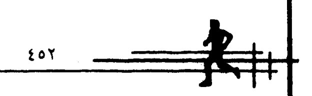
قائمة أشكال الكتاب

- شكل رقم (١) تغيرات أحجام الدم فى البطينين عند أداء الحمل البدنى مرتفع الشدة ٢٥
- شكل رقم (٢) تأثير التدريب الرياضى على حجم القلب وإنتاجيته ٣٠
- شكل رقم (٣) شكل الموجات ومراحلها ٣٥
- شكل رقم (٤) جهاز رسم القلب الكهربائى (ECG) ٣٦
- شكل رقم (٥) تسلسل النشاط الكهربائى لعضلة القلب كما يعبر عنه رسم القلب الكهربائى (نشاط الأذينين والبطينين) ٤١
- شكل رقم (٦) انقباض البطين الزائد ٤٤
- شكل رقم (٧) منحنيات العمليات الانتقالية لمعدل القلب ٥٢
- شكل رقم (٨) لاعب كرة القدم. . ، ضغط دم مرتفع ٦٨
- شكل رقم (٩) لاعب السباحة. . ، ضغط دم منخفض ٦٩
- شكل رقم (١٠) نموذج بطاقة تسجيل لسرعة النبض والضغط خلال فترة الاستشفاء ٧٧
- شكل رقم (١١) أنواع استجابات النبض وضغط الدم لأداء الحمل البدنى المقنن ٨٤
- شكل رقم (١٢) اختبار الخطو لجامعة هارفرد ٩٧
- شكل رقم (١٣) السعات الرئوية والأحجام الرئوية ١١٧
- شكل رقم (١٤) الأسبيرومیتر المائى ١٢٠
- شكل رقم (١٥) الأسبيروميتر الجاف ١٢٠
- شكل رقم (١٦) نومجرام السعة الحيوية للرجال ١٢٢
- شكل رقم (١٧) نومجرام السعة الحيوية للنساء ١٢٢
- شكل رقم (١٨) جهاز البنيوماتوميتر لقياس قوة عضلات الزفير ١٣٣
- شكل رقم (١٩) جهاز البونى سبيروميتر لقياس كفاءة الجهاز التنفسى ١٣٥
- شكل رقم (٢٠) شريط التسجيل المستخرج من جهاز البونى سبيروميتر ١٣٦

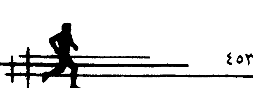
- شكل رقم (٢١) طريقة اختبار الاتزان الحرارى ١٧٣
- شكل رقم (٢٢) انتشار الموجات الحرارية فى اختبار الاتزان الحرارى ١٧٤
- شكل رقم (٢٣) اختبار قوة القبضة باستخدام جهاز الديناموميتر ١٧٦
- شكل رقم (٢٤) اختبار سكوت لقياس الإحساس بمسافة الوثب ١٨٠
- شكل رقم (٢٥) اختبار ويب لقياس الإدراك الحس ـ حركى للقدم بالفراغ الرأسى ١٨٠
- شكل رقم (٢٦) اختبار ويب لقياس الإحساس بالقدم ١٨٠
- شكل رقم (٢٧ ـ أ) اختبار ويب لقياس الإحساس بالفراغ الخطى الأفقى ١٨٢
- شكل رقم (٢٧ ـ ب) اختبار ويب لقياس الإحساس بالفراغ الخطى الرأسى ١٨٢
- شكل رقم (٢٨) اختبار ويب لقياس الإحساس بمسافة رمى الكرة ١٨٢
- شكل رقم (٢٩) اختبار قوة عضلات الظهر باستخدام جهاز الديناموميتر ١٨٩
- شكل رقم (٣٠) تسجيل عدد النقاط لتحديد أقصى معدل حركى للطرف العلوى ١٩١
- شكل رقم (٣١) ترتيبات قياسات البولى ديناموميتر ١٩٣
- شكل رقم (٣٢) قياس القوة عند ثنى الفخذ ١٩٣
- شكل رقم (٣٣) قياس القوة عند ثنى الظهر ١٩٣
- شكل رقم (٣٤) استخدامات مختلفة لجهاز التنسوميتر ١٩٤
- شكل رقم (٣٥) طريقة قياس القوة العضلية عن طريق وتر العضلة القصبية الأمامية ١٩٧
- شكل رقم (٣٦) جهاز سم العضلات الكهربائى ٢٠٢
- شكل رقم (٣٧) جهاز رسم العضلات الكهربائى (قناة واحدة) ٢٠٣
- شكل رقم (٣٨) جهاز رسم العضلات الكهربائى (٦ قنوات) ٢٠٤
- شكل رقم (٣٩) رسم العضلات الكهربائى ٢٠٥
- شكل رقم (٤٠) رسم العضلات الكهربائى ٢٠٧
- شكل رقم (٤١) رسم العضلات الكهربائى ٢٠٨

- شكل رقم (٤٢) أماكن وضع الألكترود على بعض العضلات ٢٠٩
- شكل رقم (٤٣) الوثب. . ، يتطلب إنتاج الطاقة السريعة ٢١٦
- شكل رقم (٤٤) اختبار مارجاريا ـ كالمن لقياس القدرة اللاهوائية القصيرة. ٢٢٠
- شكل رقم (٤٥) اختبار سارجنت للوثب. ٢٢٢
- شكل رقم (٤٦) اختبار الوثب المعدل لسارجنت باستخدام حزام أبولوجوف. ٢٢٢
- شكل رقم (٤٧) نوموجرام لويس ٢٢٣
- شكل رقم (٤٨) جهاز السير المتحرك ٢٢٥
- شكل رقم (٤٩) جهاز الاكسيسكرين لقياسات الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين ٢٤٩
- شكل رقم (٥٠) نموذج شريط النتائج المستخرج من جهاز الاكسيسكرين ٢٥٠
- شكل رقم (٥١ ـ أ) أحد نماذج جهاز الأرجوميتر ٢٥٢
- شكل رقم (٥١ ـ ب) دراجة مونارك الأرجومترية ٢٥٣
- شكل رقم (٥٢) أحد نماذج الأرجوميتر اليدوى ٢٥٦
- شكل رقم (٥٣ ـ أ) أحد نماذج أرجوميتر التجديف ٢٥٦
- شكل رقم (٥٣ ـ ب) التجديف (الروينج ـ قارب ثمانى) ٢٥٧
- شكل رقم (٥٤) السباحة المقيدة ٢٥٧
- شكل رقم (٥٥) السباحة فى القناة الصناعية ٢٥٨
- شكل رقم (٥٦) لاعبو الدراجات يتفوقون على أقرانهم عند استخدام الأرجوميتر ٢٦٠
- شكل رقم (٥٧) صورة لنمط جسم اللاعب بيترسنل (نمط الجسم٢ ـ ٦ ـ ٢) ٢٩٨
- شكل رقم (٥٨) بطاقة نمط الجسم ٣٠٠
- شكل رقم (٥٩) توزيع أنماط أجسام ٤٠٠٠ طالب جامعى على بطاقة النمط ٣٠١
- شكل رقم (٦٠) توزيع أنماط أجسام ١٣٧ لاعبا أولمبيا فى مسابقات ألعاب القوى ٣٠٢

- شكل رقم (٦١) النمط الجسمى (٦١٢) ٣٠٤
- شكل رقم (٦٢) النمط الجسمى (٥٦١) ٣٠٤
- شكل رقم (٦٣) النمط الجسمى (٦١٢ ـ نموذج آخر) ٣٠٤
- شكل رقم (٦٤) الشكل الهندسى لمعدل الطول ـ الوزن HWR باستخدام نظامى القياس ٣٠٧
- شكل رقم (٦٥) بطاقة تسجيل نمط الجسم لهيث ـ كارتر ٣١٠
- شكل رقم (٦٦) نماذج تركيب الجسم ٣٢٧
- شكل رقم (٦٧) نسب تركيب الجسم للرجال(علوى) والنساء (سفلى) ٣٢٨
- شكل رقم (٦٨) مناطق قياس الدهن للجنسين ٣٣١
- شكل رقم (٦٩) مناطق قياس الدهن للجنسين ٣٣١
- شكل رقم (٧٠) جهاز قياس سمك طبقات الدهن تحت الجلد ٣٣٤
- شكل رقم (٧١) أسلوب قياس الدهن ٣٣٤
- شكل رقم (٧٢) جهاز هاربندن ٣٣٥
- شكل رقم (٧٣) منطقة الجلد والدهن المقاسة ٣٣٦
- شكل رقم (٧٤) أماكن قياس الدهن ٣٣٨
- شكل رقم (٧٥) وزن الجسم تحت الماء ٣٤١
- شكل رقم (٧٦) قياس وزن الجسم تحت الماء ٣٤١
- شكل رقم (٧٧) طريقة الأشعة ٣٤٤
- شكل رقم (٧٨) المقاومات الكهربائية الحيوية لتقدير نسبة الدهن ٣٤٧
- شكل رقم (٧٩) نوموجرام تحديد كثافة الجسم والنسبة المئوية لدهن الجسم للرجال ٣٥٢
- شكل رقم (٨٠) نوموجرام تحديد كثافة الجسم والنسبة المئوية لدهن الجسم للنساء ٣٥٣
- شكل رقم (٨١) توزيع متوسطات أنماط أجسام لاعبى بعض الرياضات المشاركين فى الدورة الأولمبية عام ١٩٦٨م ٣٧٥



- شكل رقم (٨٢) توزيع متوسطات أنماط أجسام لاعبات بعض الرياضات المشاركات فى الدورة الأولمبية عام ١٩٦٨م ٣٧٦
- شكل رقم (٨٣) توزيع أنماط أجسام لاعبى كرة السلة من دول مختلفة مشتركة فى الدورة الأولمبية عام ١٩٦٨م ٣٧٧
- شكل رقم (٨٤) بناء الجسم وتكوينه أساس التفوق فى بعض الألعاب الرياضية ٣٧٩
- شكل رقم (٨٥) حجم الجسم أساس التفوق فى بعض الألعاب ٣٧٩
- شكل رقم (٨٦) الإيقاع الحيوى يتكون منذ الطفولة ٣٩٠
- شكل رقم (٨٧) الإيقاع الحيوى ومتطلبات الحياة اليومية ٣٩٢
- شكل رقم (٨٨) محل لإصلاح الساعات البيولوجية ٣٩٤
- شكل رقم (٨٩) الإيقاع الحيوى وتغيير ورديات عمال المناجم ٣٩٦
- شكل رقم (٩٠) بياع متجول للإيقاع الحيوى لجميع الأعمار ٤٠٠
- شكل رقم (٩١) إغفال الإيقاع الحيوى قد يؤدى إلى كارثة ٤٠٢
- شكل رقم (٩٢) الإيقاع الحيوى واختلاف التوقيت الزمنى عند السفر ٤٠٥
- شكل رقم (٩٣) الإيقاع الحيوى والظاهرة «٧» ٤٠٨
- شكل رقم (٩٤) الإيقاع الحيوى ٤١١
- شكل رقم (٩٥) الإيقاع الحيوى وفتح الكوتشينة (التنجيم) ٤١٥
- شكل رقم (٩٦) الإيقاع الحيوى والتنجيم ٤١٦
- شكل رقم (٩٧) الإيقاع الحيوى والأرقام القياسية فى الرياضة ٤٢٠
- شكل رقم (٩٨) استخراج الإيقاع الحيوى بالكومبيوتر (مثال ـ ١) ٤٢٥
- شكل رقم (٩٩) القياس الحيوى ٤٢٧



رقم الإيداع	١٩٩٦/٨١٧٤
الترقيم الدولى I-S-B-N	977-10-0888-9

دار المناهل للطباعة
٧ ش يوسف البندارى - أرض اللواء
بولاق الدكرور